



Powered by  
**Arizona State University®**

**Proyecto Previo a la Obtención del Título de Ingeniero Automotriz**

## **INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

**Autor:** Gober Eduardo Romero Loaiza

**Tutor:** Ec. Cindy Melissa Loor Mero, MSc.

**Evaluación del Sistema Park Assist en el Volkswagen Tiguan: Un Enfoque  
Integral desde el Análisis Diagnóstico hasta las Pruebas de Campo**



### **Certificado de Autoría**

Yo, Gober Eduardo Romero Loaiza, declaro bajo juramento, que el trabajo aquí descrito es de autoría; que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada. Cedo mis derechos de propiedad intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador, para que sea publicado y divulgado en internet, según lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual, reglamento y leyes.

---

Gober Eduardo Romero Loaiza

C.I.: 070575073-5

### **Aprobación del Tutor**

Yo, Cindy Melissa Loor Mero certifico que conozco al autor del presente trabajo siendo responsable exclusivo de su originalidad y autenticidad, como de su contenido.

---

Ec. Cindy Melissa Loor Mero, Mg.

C.I. 092451657-8

Directora de Proyecto

## **Dedicatoria**

A mis padres, Gober Romero y Nelly Loaiza por su apoyo constante, amor incondicional y por todos los sacrificios que hicieron para hacer posible este sueño A mi novia, por su paciencia y motivación. A mi abuela, por su motivación y comprensión en cada etapa de mi carrera universitaria.

**Gober Romero**

## **Agradecimiento**

Quiero expresar mi profunda gratitud a todas las personas que han hecho posible la culminación de este trabajo de titulación.

En primer lugar, agradezco eternamente a mi cuñado, Santiago Espinosa Alvarado, por su orientación, consejos, y apoyo constante a lo largo de este proceso.

Agradezco a mi tutora, Cindy Melissa Loor Mero, por ser mi guía en el transcurso de mi trabajo de tesis y otorgarme toda su ayuda y conocimiento.

Agradezco profundamente a mis padres por todo el apoyo, amor, y sacrificio, ya que sin ellos no podría haber culminado mi carrera.

Gracias por ser parte fundamental de este logro.

¡A todos, mi más sincero agradecimiento!

**Gober Romero**

## Índice General

Certificado de Autoría.....	iii
Aprobación del Tutor.....	iv
Dedicatoria.....	v
Agradecimiento.....	vi
Resumen.....	xii
Abstract.....	xiii
Capítulo I .....	1
Antecedentes.....	1
1.1 Tema de Investigación .....	1
1.2 Planteamiento, Formulación y Sistematización del Problema.....	1
<i>1.2.1 Planteamiento del Problema.....</i>	<i>1</i>
<i>1.2.2 Formulación del Problema.....</i>	<i>3</i>
<i>1.2.3 Sistematización del Problema.....</i>	<i>3</i>
1.3 Objetivos de la Investigación.....	3
<i>1.3.1 Objetivo General.....</i>	<i>3</i>
<i>1.3.2 Objetivos Específicos.....</i>	<i>3</i>
1.4 Justificación y Delimitación de la Investigación .....	4
<i>1.4.1 Justificación Teórica.....</i>	<i>5</i>
<i>1.4.2 Justificación Metodológica.....</i>	<i>6</i>
<i>1.4.3 Justificación Práctica.....</i>	<i>6</i>
<i>1.4.4 Delimitación Temporal.....</i>	<i>7</i>
<i>1.4.5 Delimitación Geográfica.....</i>	<i>7</i>
<i>1.4.6 Delimitación de Contenido.....</i>	<i>7</i>
Capítulo II.....	8

Marco Referencial.....	8
2.1 Antecedentes de la Investigación.....	8
2.2 Sistema Park Assist.....	9
2.2.1 <i>Historia y Evolución del Sistema Park Assist</i> .....	10
2.2.2 <i>Dirección Asistida Electromecánica</i> .....	12
2.2.3 <i>Sistema de Frenos ESP</i> .....	14
2.2.4 <i>Sistema de Frenos ABS</i> .....	15
2.2.5 <i>Función del Park Assist</i> .....	17
2.2.6 <i>Componentes del Sistema Park Assist del Volkswagen Tiguan</i> .....	18
2.2.7 <i>Componentes Eléctricos del Sistema Park Assist del Volkswagen Tiguan</i> .....	21
2.2.8 <i>Beneficios y Limitaciones del Sistema Park Assist</i> .....	21
2.2.9 <i>Impacto del sistema Park Assist en la Conducción Autónoma</i> .....	23
2.2.10 <i>Integración del Park Assist con otros Sistemas de Seguridad Activa</i> .....	24
2.3 Marco Conceptual.....	25
Capítulo III.....	27
Diseño de la Investigación.....	27
3.1 Diseño de la Investigación.....	27
3.2 Enfoque de la Investigación.....	27
3.3 Métodos de la Investigación.....	27
3.3.1 <i>Métodos Teóricos</i> .....	27
3.3.2 <i>Métodos Empíricos</i> .....	27
3.4 Metodología de la Investigación.....	28
3.5 Población y Muestra.....	28
3.6 Instrumento de Recolección Información.....	29
Capítulo IV.....	30

Análisis de Resultados .....	30
4.1 Análisis de Entrevista .....	31
4.1.1 Entrevista al Gerente de Posventa.....	31
4.1.2 Entrevista al Jefe de Taller.....	33
4.1.3 Discusión de Resultados de las Entrevistas.....	36
4.2 Protocolo de Pruebas – Aplicación de Check List.....	37
4.2.1. Configuración Inicial.....	41
4.2.2 Pruebas de Estacionamiento en Espacios Paralelos y Perpendiculares.....	42
4.2.3 Pruebas de Obstáculos Fijos .....	44
4.2.4 Pruebas de Seguridad y Fiabilidad .....	45
4.2.5 Condiciones Extremas de Superficie .....	48
Conclusiones.....	50
Recomendaciones .....	51
Bibliografía .....	52

## Índice de Figuras

Figura 1 <i>Vista en la Pantalla del Park Assist</i> .....	10
Figura 2 <i>Dirección Asistida Electromecánica</i> .....	14
Figura 3 <i>Testigo del ABS</i> .....	17
Figura 4 <i>Esquema del Sistema</i> .....	18
Figura 5 <i>Sensores de Control de Distancia</i> .....	19
Figura 6 <i>Avisador Acústico de Ayuda al Estacionamiento</i> .....	20
Figura 7 <i>Asistencia de Estacionamiento</i> .....	23
Figura 8 <i>Verificación del Vehículo</i> .....	42
Figura 9 <i>Prueba de Estacionamiento</i> .....	43
Figura 10 <i>Pruebas con Obstáculos</i> .....	45
Figura 11 <i>Prueba con Peatón</i> .....	46
Figura 12 <i>Sensores Cubiertos de Cinta</i> .....	47
Figura 13 <i>ABS Desactivado</i> .....	48
Figura 14 <i>Prueba en Pendiente</i> .....	49

**Índice de Tablas**

Tabla 1 <i>Protocolo de Pruebas del Sistema Park Assist</i> .....	38
Tabla 2 <i>Aplicación del Checks List en Escenario Paralelo</i> .....	39
Tabla 3 <i>Aplicación del Check List en Escenario Pendiente</i> .....	40

## Resumen

La industria automotriz se mantiene a la vanguardia de los cambios e innovaciones que permitan mejorar la experiencia del conductor y contribuir con la seguridad vial. El sistema Park Assist, presente en vehículos como el Volkswagen Tiguan, es una de estas innovaciones combinando la dirección asistida electrónicamente, además utiliza una combinación de sensores y software que accionan unas alertas sonoras, permitiendo llamar la atención del conductor que este usando para realizar la maniobra de estacionamiento. La finalidad de estas señales es indicar posibles obstáculos fijos o a su vez direccionar la mejor área para estacionar. El objetivo de investigación está direccionado a optimizar el rendimiento, la precisión y la fiabilidad que brinda el Park Assist en el Tiguan. Con esta finalidad, hemos utilizado un diseño metodológico cualitativo para obtener una visión holística del desempeño del sistema Park Assist; para ello se aplicó como técnica de recolección de datos un protocolo de pruebas. A partir de los datos obtenidos se puede inferir que el sistema presenta serias limitaciones en terrenos con inclinaciones pronunciadas y en infraestructura vial deficiente; además, se identificaron dificultades en la capacidad del sistema para reconocer obstáculos o peatones, lo que impacta considerablemente su eficiencia. Esta situación podría representar un riesgo grave para los conductores, ya que podría desencadenar un accidente, comprometiendo la seguridad tanto de peatones como del propio conductor; sin embargo, se comprueba que la optimización de esto depende directamente del correcto mantenimiento que se dé a los sensores para mantenerlos limpios y calibrados, tal como indica el manual del fabricante.

**Palabras clave:** Park Assist – Seguridad Vial – Sensores Ultrasónicos – Innovación Automotriz – Volkswagen Tiguan

## Abstract

The automotive industry remains at the forefront of changes and innovations to improve the driver's experience and contribute to road safety. The Park Assist system, present in vehicles such as the Volkswagen Tiguan, is one of these innovations, combining electronically assisted steering and a combination of sensors and software that trigger sound alerts, allowing the driver's attention to be drawn to the parking maneuver. The purpose of these signals is to indicate possible fixed obstacles or to direct the driver to the best area for parking. The research objective is aimed at optimizing the performance, precision and reliability of Park Assist in the Tiguan. To this end, we have used a qualitative methodological design to obtain a holistic view of the performance of the Park Assist system; for this purpose, a test protocol was applied as a data collection technique. From the data obtained, it can be inferred that the system presents serious limitations in terrains with steep inclines and poor road infrastructure; in addition, difficulties were identified in the system's ability to recognize obstacles or pedestrians, which considerably impacts its efficiency. This situation could represent a serious risk for drivers, as it could trigger an accident, compromising the safety of both pedestrians and the driver himself; however, it is proven that the optimization of this depends directly on the correct maintenance given to the sensors to keep them clean and calibrated, as indicated in the manufacturer's manual.

**Keywords:** Park Assist - Road Safety - Ultrasonic Sensors - Innovation Automotive - Volkswagen Tiguan

## **Capítulo I**

### **Antecedentes**

#### **1.1 Tema de Investigación**

Evaluación del sistema Park Assist en el Volkswagen Tiguan: un enfoque integral desde el análisis diagnóstico hasta las pruebas de campo.

#### **1.2 Planteamiento, Formulación y Sistematización del Problema**

En la actualidad, la industria automotriz se encuentra en una etapa de constante evolución, y la búsqueda de soluciones tecnológicas para mejorar la experiencia del conductor y reforzar la seguridad vial se ha convertido en una de sus prioridades. En este ámbito, los sistemas de ayuda al aparcamiento, como el Park Assist (parqueo asistido), han surgido como una tecnología avanzada creada para facilitar el proceso de aparcamiento y reducir los riesgos asociados.

El sistema Park Assist, disponible en vehículos como el Volkswagen Tiguan, ofrece una solución innovadora que permite a los conductores aparcar de manera eficiente y segura. Este sistema utiliza una combinación de sensores y software para detectar espacios de aparcamiento adecuados y ayudar al conductor en las maniobras necesarias para estacionar el vehículo. No obstante, a pesar de los beneficios que ofrece esta tecnología, es fundamental llevar a cabo una evaluación exhaustiva, desde el análisis de diagnóstico hasta las pruebas de campo, para verificar su eficiencia real y su impacto en la experiencia del usuario.

##### **1.2.1 Planteamiento del Problema**

La rápida evolución de la tecnología automotriz ha permitido el desarrollo de sistemas avanzados de asistencia al conductor, como el Park Assist, diseñado para simplificar las maniobras de estacionamiento y mejorar la seguridad vial. Sin embargo, a pesar de sus ventajas, estos sistemas presentan desafíos significativos en términos de precisión, fiabilidad y adaptación a diversas condiciones operativas. En el caso de Volkswagen Tiguan, el sistema

Park Assist ha mostrado limitaciones que afectan su rendimiento y la experiencia del usuario, lo que hace necesario un análisis exhaustivo para identificar áreas de mejora y optimización (Volkswagen, 2024).

La industria automotriz está en constante innovación para mejorar la experiencia del conductor y la seguridad vial. Los sistemas de asistencia al estacionamiento, como el Park Assist, representan un avance tecnológico importante al permitir maniobras de estacionamiento más seguras y eficientes. Sin embargo, la efectividad de estos sistemas depende de varios factores, como la calibración y el mantenimiento de los sensores, así como su capacidad para operar en condiciones diversas, como superficies irregulares o climas adversos (Seat S.A., 2024). En este contexto, es crucial evaluar el rendimiento real del Park Assist en el Volkswagen Tiguan para garantizar que cumple con los estándares esperados de seguridad y comodidad.

A pesar de las innovaciones incorporadas en el sistema Park Assist del Volkswagen Tiguan, este presenta varias limitaciones que afectan su desempeño en situaciones de estacionamiento cotidiano. Las pruebas han demostrado que el sistema puede ser impreciso en espacios reducidos, vulnerable a condiciones ambientales adversas como la acumulación de suciedad en los sensores, y puede fallar en la detección de obstáculos pequeños o en movimiento (Derco SpA., 2022). Estas deficiencias no solo disminuyen la comodidad del usuario, sino que también aumentan el riesgo de accidentes menores, lo que plantea serias dudas sobre la fiabilidad del sistema.

Las limitaciones en el rendimiento del sistema Park Assist pueden tener consecuencias graves, tanto para la seguridad del conductor como para la de los peatones. Un sistema que no detecta adecuadamente los obstáculos o que falla en maniobras críticas, especialmente en entornos urbanos densos, incrementa el riesgo de colisiones. Además, la dependencia excesiva de los conductores en esta tecnología puede llevar a una disminución en sus habilidades

manuales de estacionamiento, lo que puede agravar la situación en caso de fallos del sistema (Cabrera, 2015).

Este estudio se enfocará en la evaluación detallada del sistema Park Assist en el Volkswagen Tiguan, considerando su rendimiento en una variedad de condiciones de estacionamiento.

### **1.2.2 *Formulación del Problema***

¿Cómo se puede mejorar el rendimiento, la precisión y la confiabilidad del sistema Park Assist en el Volkswagen Tiguan al tomar en cuenta las limitaciones existentes y las necesidades de los usuarios, analizando y probando el sistema para aumentar la eficacia de las maniobras de estacionamiento y la satisfacción del usuario?

### **1.2.3 *Sistematización del Problema***

- ¿Qué sensores están involucrados en el funcionamiento del sistema Park Assist?
- ¿Cómo interactúan los sensores del sistema de parqueo asistido para poder estacionarse automáticamente?
- ¿Cómo se puede diagnosticar las fallas en los sensores relacionados al Park Assist?
- ¿Qué medidas de mantenimiento preventivo se pueden tomar para reducir el riesgo de fallas en los sensores?

## **1.3 *Objetivos de la Investigación***

### **1.3.1 *Objetivo General***

Optimizar el rendimiento, la precisión y la fiabilidad del sistema Park Assist en el Volkswagen Tiguan.

### **1.3.2 *Objetivos Específicos***

- Realizar un análisis detallado del sistema Park Assist en el Volkswagen Tiguan, abordando su funcionamiento, componentes y tecnología subyacente.

- Diagnosticar posibles fallos, limitaciones o áreas de mejora en la funcionalidad y rendimiento del sistema.
- Ejecutar pruebas de campo para evaluar la precisión, eficacia y confiabilidad del Park Assist en situaciones reales de conducción.

#### 1.4 Justificación y Delimitación de la Investigación

El presente estudio abarca un análisis del sistema Park Assist en el vehículo Volkswagen Tiguan. Esto implica investigar su funcionamiento, desde la detección de obstáculos hasta la ejecución de maniobras de estacionamiento automatizadas. Se realizarán pruebas en diferentes entornos y condiciones de estacionamiento para evaluar la eficiencia y precisión del sistema. Además, se realizará un diagnóstico detallado para identificar las posibles limitaciones que pueda tener este sistema.

El sistema de aparcamiento asistido desempeña un papel fundamental al momento de ayudar a los conductores a detectar espacios adecuados para ejecutar maniobras al momento de estacionar el vehículo, optimizando tanto la seguridad como la eficiencia. La justificación de este estudio se basa en:

Importancia de la Seguridad Vial: La seguridad al momento de estacionarse es una prioridad para los fabricantes y para los conductores. Al momento de estacionarse puede haber accidentes menores; estos suelen ser muy comunes, pero pueden causar daños significativos al vehículo.

Relevancia del Park Assist: Este sistema utiliza sensores y algoritmos, los cuales ayudan a detectar espacios en donde podamos estacionar y guiar el vehículo de forma precisa. Los beneficios del uso del Park Assist incluyen:

- Aumento de la Comodidad del Conductor: Se reduce la carga de trabajo al conductor al realizar maniobras para estacionarse, haciendo que el proceso sea más cómodo y menos estresante, especialmente en entornos con un espacio limitado.

- Reducción del Riesgo de Colisiones: Se puede reducir el riesgo de colisionar el vehículo con algún objeto, gracias a la precisión del sistema al detectar obstáculos, protegiendo tanto al conductor como a otros vehículos.
- Mejora de la Experiencia del Usuario: El sistema Park Assist puede mejorar la experiencia de los usuarios, dándoles más seguridad y control a los conductores nuevos como a los más experimentados al momento de estacionarse.

#### **1.4.1 Justificación Teórica**

El presente proyecto se justifica por la investigación, el diagnóstico y diferentes pruebas para entender de mejor manera el funcionamiento del sistema Assist Park que tiene el vehículo Volkswagen Tiguan. A continuación, se amplía esta justificación teórica para contextualizar la importancia y relevancia del estudio:

Innovación Tecnológica y Seguridad Vehicular: El sistema Park Assist presenta una innovación significativa en la industria automotriz al proporcionar una solución avanzada para el estacionamiento, mejora de seguridad, y comodidad del conductor. Es esencial comprender su funcionamiento para evaluar su efectividad e impacto en la experiencia del usuario.

Optimización de Recursos y Eficiencia: La preocupación por la eficiencia energética y sostenibilidad, es necesario investigar como el sistema Park Assist contribuye en la optimización de recursos como el tiempo y el combustible. Un análisis detallado permitirá identificar los posibles beneficios en términos de eficiencia y consumo de energía.

Avances en la Conducción Autónoma: Este sistema es un precursor importante de tecnologías de conducción autónoma. Es importante comprender el funcionamiento teórico para mejorar la experiencia del conductor, también ayuda al desarrollo de sistemas más avanzados de asistencia al conductor y eventualmente en vehículos completamente autónomos.

Impacto en la Industria Automotriz: El éxito y eficacia del sistema Park Assist tiene importantes implicaciones en la industria del automóvil en cuanto diseño de vehículos,

desarrollo de tecnología y satisfacción al cliente. Su justificación teórica exhaustiva aporta información de gran valor a fabricantes, ingenieros, y diseñadores, lo que les ayudara a mejorar y perfeccionar futuras versiones de esta tecnología.

*Necesidad de Investigación Específica:* A pesar de que el Park Assist se ha generalizado en muchos vehículos modernos, la búsqueda específica sobre el funcionamiento teórico en modelos como el Volkswagen Tiguan sigue siendo limitada. Un conocimiento más detallado de los principios teóricos que sustentan esta tecnología permitiría identificar las posibles áreas de mejora y optimización del sistema de parqueo asistido.

#### ***1.4.2 Justificación Metodológica***

El estudio combina investigación teórica y experimentación práctica en un enfoque multidisciplinario. Para comprender mejor cómo funciona el Park Assist y posibles desafíos, se revisará la literatura actual. A continuación, se diseñó un protocolo de prueba que incluye una amplia gama de factores variables y condiciones de estacionamiento.

Las pruebas que se llevaron a cabo en áreas urbanas y suburbanas utilizando un vehículo equipado con el sistema Park Assist. Se registraron datos sobre la precisión de las maniobras de estacionamiento, la detección de obstáculos, y la respuesta del sistema a situaciones difíciles. Además, se utilizaron herramientas de análisis de datos para identificar tendencias y patrones importantes.

#### ***1.4.3 Justificación Práctica***

Este proyecto es importante para comprender y medir el impacto del sistema Park Assist. Al evaluar su eficiencia en diversas condiciones al estacionarse, se puede mejorar la seguridad vial reduciendo accidentes al momento de estacionarse. Esto disminuiría costos de reparación y mantenimiento de los vehículos, también protegería a los peatones y propiedades, haciendo que el entorno sea más seguro.

Además, la información de este estudio tiene aplicaciones prácticas en la industria automotriz, beneficiando a los conductores y a los fabricantes de vehículos. Los datos obtenidos proporcionarán una retroalimentación a los ingenieros de Volkswagen, permitiendo que haya mejoras continuas en el sistema de parqueo asistido. El conductor ya no tendrá que pasar por estrés al estacionarse, ya que este sistema ayudará al usuario a aparcar el vehículo de manera sencilla y efectiva. Este sistema puede aumentar la satisfacción del usuario y el valor de reventa del Volkswagen Tiguan, haciendo que sea un vehículo atractivo a potenciales compradores.

#### ***1.4.4 Delimitación Temporal***

El presente trabajo de investigación se realizará en el periodo mayo a octubre 2024, lo que nos permitió la elaboración del proyecto de titulación.

#### ***1.4.5 Delimitación Geográfica***

El proyecto se desarrolló en el Concesionario Norwagen, situado en Guayaquil, Provincia del Guayas, donde se realizará el diagnóstico y las pruebas del sistema Park Assist.

#### ***1.4.6 Delimitación de Contenido***

El proyecto se centra específicamente en el sistema Park Assist del Volkswagen Tiguan. La investigación se limita a evaluar el funcionamiento y eficacia del sistema en diversas condiciones de estacionamiento, así como en entornos urbanos como suburbanos. Se analizó la precisión en la detección de obstáculos y ejecución de maniobras de aparcamiento. Además, pueden influir otros factores en el rendimiento del sistema, como en el mantenimiento del vehículo, la interacción del usuario con el sistema y variaciones en las condiciones climáticas extremas, fueron excluidos de esta evaluación.

## Capítulo II

### Marco Referencial

#### 2.1 Antecedentes de la Investigación

El Volkswagen Tiguan es un SUV compacto y muy conocido, destacando no solo por su diseño y comodidad, sino también por su tecnología y características de seguridad. Este vehículo está equipado con el sistema Park Assist, lo cual ofrece al conductor una solución innovadora al permitir un aparcamiento más eficiente y seguro. Es importante mencionar que este sistema es una combinación de múltiples sensores y software para detectar los espacios adecuados para estacionar el vehículo, asistiendo al conductor para maniobrar y poder aparcar

El Volkswagen Tiguan es uno de los SUV (vehículos utilitarios deportivos) más exitosos de la marca Volkswagen; esto se debe a su diseño compacto que destaca por su diseño moderno, confort en el interior y su tecnología. Estos vehículos suelen estar equipados con el sistema Park Assist, el cual ofrece a los conductores una solución para el estrés que pasan ciertos usuarios al momento de estacionarse en espacios reducidos (Volkswagen, 2007).

La incorporación de sistemas de asistencia al estacionamiento, como el Park Assist, en vehículos como el Volkswagen Tiguan, ha sido vista como un avance significativo en la industria automotriz que mejora la comodidad y la seguridad del conductor. Sin embargo, a pesar de sus posibles ventajas, todavía existen obstáculos y limitaciones que requieren una consideración cuidadosa.

El sistema Park Assist ayuda al conductor durante las maniobras de parqueo al detectar los espacios disponibles al estacionarse mediante la utilización de sensores, ultrasónicos, cámaras y algoritmos inteligentes. Esta tecnología ayuda al conductor a maniobrar el vehículo y evitar colisiones con objetos cercanos.

El sistema Park Assist funciona en conjunto a la dirección asistida electrónicamente; este es uno de los principales requisitos para este sistema. Permite que la unidad de control del

asistente de estacionamiento en paralelo dirija la dirección de forma activa y automática utilizando el accionamiento eléctrico de la dirección asistida. Una de las principales ventajas es su capacidad de adaptarse dinámicamente a las diferentes condiciones de conducción.

## **2.2 Sistema Park Assist**

El sistema de parque asistido ayuda al conductor al momento de estacionarse. Esto se debe a que se basa en el control de la distancia de estacionamiento usando sensores, ultrasonidos y avisos acústicos para brindar al conductor un cálculo de la distancia con otros vehículos u obstáculos (Volkswagen, 2007).

En este tipo de sistemas, la cámara de marcha atrás y el sistema óptico de estacionamiento, reconocerán los objetos adelante o detrás del vehículo; además, este explorará la zona para evitar los obstáculos. En este sistema el vehículo seguirá siendo dirigido por el conductor.

Este ayudará al conductor a juzgar y determinar el área. Este controla automáticamente la dirección al momento de dar marcha atrás en el lugar de estacionamiento. Sin embargo, el conductor puede tomar el control del vehículo nuevamente en el momento que desee.

Las características específicas del sistema incluyen (Ver figura 1):

- Activación a través del botón de dirección asistida de aparcamiento
- Distancia al pasar una plaza de estacionamiento de aproximadamente 0,5-2 m.
- Sensores PAS (Pedal Assist System) en la parte delantera que miden hasta la profundidad de 470cm.
- Dimensiones de la plaza de estacionamiento al entrar (longitud del vehículo más aproximadamente 80 cm) y salir (longitud del vehículo más 50 cm).
- Velocidades máximas permitidas al pasar por plazas de aparcamiento: 40 km/h para paralelas y 20 km/h para perpendiculares a la calzada.

- Activación del intermitente izquierdo para buscar plazas de estacionamiento en ese lado.
- Velocidad máxima durante las maniobras limitadas a 7 km/h.
- Capacidad para entrar y salir de la plaza de aparcamiento en varias maniobras.

## Figura 1

*Vista en la Pantalla del Park Assist*



Fuente: (Volkswagen, 2020).

### ***2.2.1 Historia y Evolución del Sistema Park Assist***

Los asistentes de parqueo empezaron a evolucionar notablemente a partir de la década de los 90. Todo esto empezó en 1997 gracias a una alerta auditiva que ayudaba a los conductores del Golf MK4 a estacionarse, este utilizaba cuatro sensores ultrasónicos en el parachoques trasero, el cual media la distancia. Este fue el primer sistema de control de distancia de estacionamiento.

*Primera Generación:* El sistema Park Assist se lanzó en 2007 para facilitar el estacionamiento marcha atrás en plazas paralelas al sentido de la marcha.

Segunda Generación: Se introdujo en el año del 2010, esta permitió por primera vez el movimiento automático del volante para estacionarse en plazas perpendiculares y, en paralelo, solo requerían espacios de al menos 80 cm más largos que la longitud del vehículo. También asistía en la salida de estacionamiento en paralelo.

Tercera Generación: Fue presentada en Europa en 2014, la cual innovo al ofrecer la opción semiautomática de estacionar de frente en plazas perpendiculares. Este sistema avanzado es útil en situaciones complicadas de tráfico, ya que agilizan y simplifican las maniobras al momento de estacionarse.

Con el tiempo, Volkswagen mejoró y añadió nuevas funcionalidades a estos sistemas, convirtiéndolo en el pionero del Park Assist, uno de los asistentes más importantes en la industria automotriz. A partir de estos avances, surgieron nuevas tecnologías como las siguientes:

Cámara de Visión Trasera: Estas buscaron la mejora de la seguridad y comodidad durante el estacionamiento y la marcha atrás. La idea de utilizar cámaras empezó a finales del siglo XX, pero no fue hasta que a inicios de los años 2000 empezaron a implementarse de manera más generalizada en los vehículos. El desarrollo de esta tecnología se aceleró rápidamente. En sus primeras versiones, las cámaras de visión trasera solo ofrecían imágenes básicas en monitores de baja resolución. Sin embargo, mientras más avanzaba la tecnología, las cámaras pudieron ofrecer imágenes con una mayor calidad y mejor resolución, brindándole al conductor una visión más clara y detallada del entorno trasero del vehículo.

Integración de Sistemas Avanzados: A finales de la década de 2000, los sistemas de estacionamiento avanzaron considerablemente gracias a la integración de cámaras, sensores y software avanzados. Estos sistemas podían identificar espacios adecuados para estacionarse y guiar al conductor al momento de aparcar.

En el año 2015, Volkswagen introdujo un vehículo que fue capaz de realizar maniobras de estacionamiento de manera semiautomática. Esta nueva generación del Park Assist sigue

evolucionando, marcando un importante logro en la innovación automovilística. Este funciona cuando el conductor estaciona su vehículo en una plaza de estacionamiento específica o en un garaje; realiza una maniobra que el sistema registra y aprende. Cuando el vehículo se acerca a esa plaza, el sistema ofrece asistencia al conductor utilizando sensores de la matriz modular transversal ya integrados en los vehículos actuales.

En otro paso evolutivo, será posible combinar esta función con otra característica, el estacionamiento por control remoto. Es una modalidad en la cual el conductor puede salir del vehículo mientras se dirige hacia la plaza de estacionamiento previamente registrada y estacionar el vehículo mediante el control remoto o una aplicación de teléfono.

El estacionamiento automático facilitará la carga por inducción. Utilizando una cámara frontal que reconoce marcas especiales alrededor de la placa de carga o mediante guías electrónicas emitidas por la placa, el vehículo se posiciona con alta precisión. El conductor puede controlar el proceso remotamente a través de una aplicación de teléfono, en donde solo necesitará un botón para iniciar el proceso para estacionarse.

### ***2.2.2 Dirección Asistida Electromecánica***

La dirección electromecánica es un sistema que se controla eléctricamente; puede proporcionar asistencia dependiendo de la velocidad al conductor; no es necesario tener componentes hidráulicos. Este sistema consume menos combustible y ofrece nuevas características de confort y seguridad (Seat, S.A. , 2024).

Este sistema permite ajustar la asistencia de dirección de forma individual, proporcionando una experiencia de conducción excelente. Estas funciones son posibles gracias a la integración de la unidad de control en el bus CAN (Red de Área del Controlador).

La eliminación de componentes hidráulicos simplifica el sistema y reduce el espacio requerido, mejorando la eficiencia y el diseño del vehículo. Además, al consumir energía solo cuando se mueve la dirección, se reduce significativamente el consumo de combustible. Con

la eliminación del aceite hidráulico, la dirección podrá aportar con una contribución importante para que el medio ambiente sea protegido (Seat, S.A. , 2024).

Este sistema también proporciona una sensación óptima al volante, asegurando que este tenga una buena estabilidad y respuesta en diversas condiciones de manejo. Sin embargo, la dirección electromecánica presenta ciertas limitaciones. Su aplicación está restringida a vehículos de menor peso y tamaño de ruedas, ya que el esfuerzo requerido para mover ruedas grandes implicaría un mayor consumo eléctrico.

El sistema de dirección electromecánica de doble piñón aplica la fuerza necesaria al mando de la dirección a través de dos piñones que, mediante un engranaje de sin fin, facilita el control de la dirección.

La función de la dirección al momento de estacionarse empieza cuando el conductor gira la dirección al estacionarse. La barra de torsión se tuerce y el sensor del par de dirección detecta la torsión y brinda la información a la unidad de control de que están aplicando al volante un par de dirección intenso.

El sensor de ángulo de dirección da un aviso que hay un ángulo de dirección pronunciado y el sensor del régimen del rotor informa sobre la velocidad del mando actual de la dirección.

Durante las maniobras que se realizan para estacionarse, se proporciona la máxima asistencia de dirección a través del segundo piñón que opera de manera simultánea sobre la cremallera (ver figura 2).

Los componentes de la dirección son:

- Volante de dirección.
- Mando combinado en la columna de dirección con sensor de ángulo de dirección.
- Columna de dirección.
- Sensor de par de dirección.

- Caja de la dirección
- Motor para dirección asistida electromecánica
- Unidad de control para dirección asistida

**Figura 2**

*Dirección Asistida Electromecánica*



Fuente: GasCommunity (2020)

### **2.2.3 Sistema de Frenos ESP**

El sistema de Control Electrónico de Estabilidad es una herramienta fundamental en la conducción. Su principal función es evitar que el vehículo se deslice lateralmente y mantener la trayectoria del conductor. En determinadas situaciones de conducción, como curvas cerradas o condiciones de baja adherencia, el ESP entra en acción para reducir el riesgo de un accidente debido a un derrape y la pérdida de control (Derco SpA., 2022).

El funcionamiento de este sistema se basa en la unidad de control electrónico (ECU), actuadores en el sistema de frenado y distintos sensores estratégicamente situados. Estos

sensores controlan constantemente el ángulo de giro, la velocidad de derrape, el ángulo de dirección y la aceleración transversal del vehículo.

Entre los sensores clave se encuentran:

Sensores de Giro de Ruedas: Monitorean la velocidad de rotación de cada rueda.

Sensor de Posición del Acelerador: Controla la aceleración del motor y permite al sistema ESP ajustar la potencia de forma instantánea para corregir el comportamiento del vehículo en situaciones críticas.

Sensores de Aceleración Lateral: Estos sensores verifican que el vehículo siga la trayectoria indicada por el volante. Si llega a haber discrepancia entre el ángulo de giro y la aceleración lateral registrada, el ESP intervendrá para corregir posibles desviaciones.

Giroscopio: Detecta giros abruptos del vehículo sobre su propio eje. Esto es crucial para alertar al ECU sobre posibles situaciones de pérdida de control.

El ECU analizará toda la información en unos segundos para detectar discrepancias en la trayectoria del conductor y el comportamiento del vehículo. Se debe tener en cuenta que este sistema está asociado con el sistema de frenos antibloqueo (ABS), por lo que necesita los neumáticos y el sistema de frenado en condiciones adecuadas para funcionar.

#### **2.2.4 Sistema de Frenos ABS**

La función principal de los frenos en un vehículo es reducir o detener su movimiento, alcanzando así una desaceleración controlada determinada por el conductor. Para conseguir este objetivo de forma segura y eficiente, se incorporan al vehículo diferentes mecanismos que actúan para mantener la trayectoria del vehículo en condiciones óptimas, minimizando el tiempo y la distancia necesaria para detenerse. Es necesario tener en cuenta que, al accionar los frenos para generar una fuerza de adherencia entre las ruedas y el suelo, si la fuerza supera el límite de adherencia, las ruedas pueden bloquearse y provocar un derrape (Cabrera, 2015, págs. 22-23).

Para impedir que las ruedas se bloqueen al momento de frenar, es necesario utilizar un componente de modulación de la presión en el sistema de frenado, conocido como ABS. Este dispositivo interviene en el circuito de frenado de las ruedas delanteras y traseras mediante electroválvulas controladas por un módulo electrónico. De esta manera, la presión de frenado en cada rueda puede regularse de forma independiente, lo que evita el antibloqueo de las ruedas y mantiene el control direccional del vehículo incluso al momento de frenar bruscamente.

Las ruedas delanteras son las encargadas de dirigir el vehículo. Deben mantener su capacidad de giro mientras están en movimiento. No obstante, si las ruedas se bloquean, el vehículo pierde la capacidad de responder a las órdenes de dirección del conductor y puede continuar su trayectoria de forma incontrolada. El ABS es esencial para garantizar un frenado seguro y eficaz, logrando evitar que las ruedas se bloqueen.

Las partes principales del sistema de frenos ABS del Volkswagen Tiguan (ver figura 3):

Sensores de Velocidad de las Ruedas: Los sensores están ubicados en cada una de las ruedas. Estos miden la velocidad de rotación de cada rueda y envían la información al módulo de control del ABS.

Módulo de Control del ABS: También conocido como unidad de control hidráulico (HCU), este módulo recibe información de los sensores de velocidad de las ruedas.

Actuadores de Freno: Estos componentes están integrados en el sistema de frenos del vehículo y son controlados por el módulo de control. Los actuadores regulan la presión de frenado en cada rueda de manera independiente.

Bomba de Alta Presión: Proporciona la presión hidráulica necesaria para activar los actuadores de freno de manera rápida y precisa.

Válvulas de Control: Estas válvulas están diseñadas para modular la presión al momento de frenar en respuesta a las señales del módulo de control del ABS. Controlan el flujo

de fluido hidráulico hacia los actuadores de freno para evitar el bloqueo de las ruedas durante el frenado.

### **Figura 3**

*Testigo del ABS*



Fuente: Mitsubishi Motors (2019)

#### **2.2.5 Función del Park Assist**

El proceso de aparcamiento con el Park Assist se divide en cuatro etapas. En primer lugar, se activa el sistema; este dispone de funciones de control de distancia y dirección de estacionamiento. Al momento de ser activado, está listo para ayudar al conductor con su estacionamiento. El segundo paso buscará una plaza de aparcamiento adecuada, utilizando sensores ultrasónicos en ambos lados del vehículo para medir el espacio disponible. Si la velocidad del vehículo está en el rango permitido, el sistema hará una medición; en otro caso entrará en modo espera.

En la tercera fase, el conductor inicia el procedimiento de estacionamiento automático seleccionando marcha atrás; de este modo el Park Assist asumirá el control del volante para maniobrar el vehículo hasta estacionarse. El sistema seguirá una serie de movimientos predefinidos para garantizar un estacionamiento preciso y seguro. Una vez que el vehículo está correctamente posicionado, el conductor tendrá que dar marcha adelante y moviendo las ruedas a la posición recta.

En el último paso, termina de estacionarse, indicando al conductor que el proceso finaliza, de este modo desactivando la función de dirección de estacionamiento. Este sistema

puede adaptarse para ser estacionado en el lado izquierdo o derecho dependiendo de las necesidades del conductor.

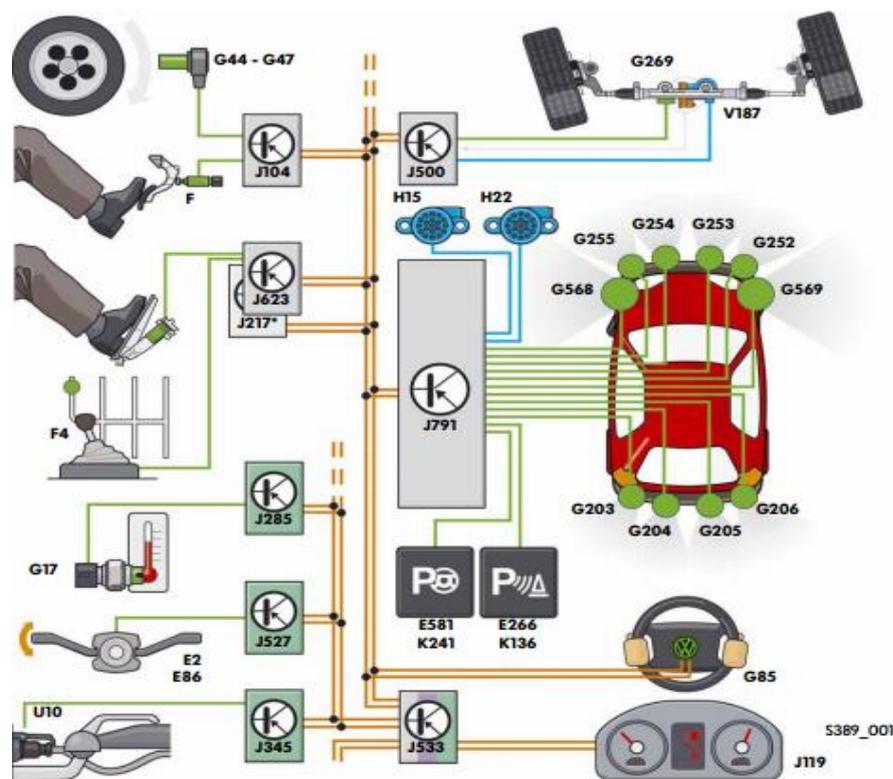
### 2.2.6 Componentes del Sistema Park Assist del Volkswagen Tiguan

Los componentes del sistema Park Assist comprenden el reconocimiento de las partes fundamentales que contribuyen con su funcionamiento, estos incluyen:

- Dirección asistida electromecánica
- Sistema de frenado con ABS
- Sistema de frenado ESP
- Gestión del motor y de la caja de cambios
- La electrónica del salpicadero y de la columna de dirección

**Figura 4**

*Esquema del Sistema*



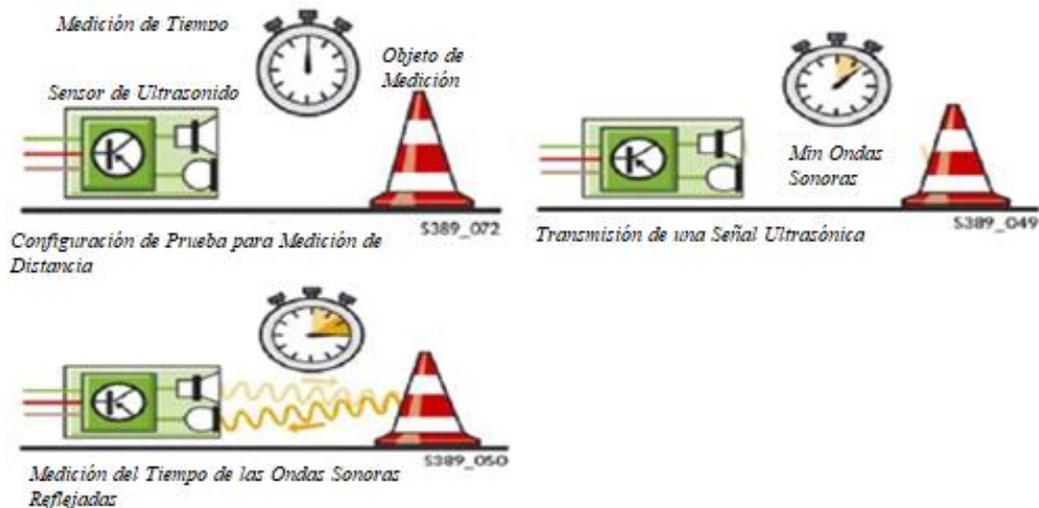
Fuente: Van der Veer Engineering (2021)

Sensores de control de distancia de estacionamiento (ver figuras 4 y 5):

- Este lleva ocho sensores ultrasónicos, los cuales están distribuidos en la parte delantera y trasera del vehículo.
- Traseros: (G203), (G204), (G205), (G206)
- Delanteros: (G252), (G253), (G254), (G255)
- Estos se encuentran en la parte trasera de la cubierta plástica delantera y trasera.
- Funciona de manera similar a los sensores G568 y G569, pero con rango y ángulo de escaneo menor.
- Estos se encuentran ubicados estratégicamente para que al momento de escanear las áreas se eviten las zonas muertas.
- Si un sensor falla, el sistema no funcionará.

**Figura 5**

*Sensores de Control de Distancia*



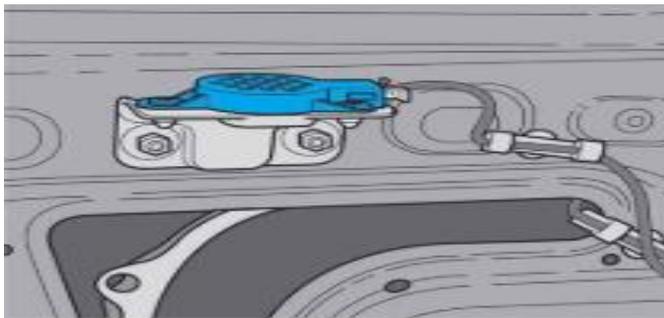
Fuente: Van der Veer Engineering (2021)

- Botones y lámparas de advertencia.
- Botón de ayuda al aparcamiento (E266)
- Se ubica encima del selector de marchas; activa manualmente la ayuda al estacionamiento.
- Tiene una luz amarilla de advertencia la cual indica que está activada la función.

- Al momento de haber fallos técnicos, la luz de advertencia empezará a parpadear.
- Botón de dirección asistida para estacionamiento (E581)
- Este se encuentra situado junto al botón para desactivar el ESP.
- La luz de advertencia amarilla indica que la función de Park Assist se encuentra activa.
- Los fallos técnicos harán que la luz de advertencia parpadee.
- Actuadores y avisos
- Buzzer trasero (H15) y Buzzer delantero (H22)
- Estos zumbadores producen una señal acústica para informar al conductor sobre los objetos cercanos.
- Es un sonido continuo el cual indica que se alcanzó una distancia mínima segura (ver figura 6).

### Figura 6

#### *Avisador Acústico de Ayuda al Estacionamiento*



Fuente: Van der Veer Engineering (2021)

- Unida de control del sistema
- Unidad de control (J791)
- Este se encuentra a la izquierda de la columna de dirección.
- Controla la dirección de aparcamiento y el control de distancia de aparcamiento.
- La unidad de control de ayuda al estacionamiento se omite si el vehículo cuenta con asistencia de dirección para estacionamiento.

### **2.2.7 Componentes Eléctricos del Sistema Park Assist del Volkswagen Tiguan**

El sistema Park Assist combina diversos componentes electrónicos y sensores ultrasónicos que trabajan en conjunto para detectar espacios adecuados y asistir al conductor al momento de estacionarse. A continuación, se describen los principales componentes eléctricos:

Sensores de asistencia al aparcamiento frontal:

- Front left sender for the parking assistant steering on left side of vehicle (G568) y Front right sender (G569)
- Sensores ultrasónicos ubicados en los lados izquierdo y derecho frontal del vehículo.
- Montados en soportes insertados en la cubierta plástica delantera.
- Utilizados exclusivamente para las funciones del Park Assist, se miden posibles espacios de estacionamiento y monitorean el espacio lateral durante el proceso de aparcamiento.
- Si uno de estos sensores falla, las funciones del Park Assist no estarán disponibles.

### **2.2.8 Beneficios y Limitaciones del Sistema Park Assist**

El sistema Park Assist, también conocido como sistema de asistencia al aparcamiento, revolucionó la forma en que los conductores estacionan sus vehículos. Utiliza una combinación de sensores, cámaras y algoritmos avanzados, ayudando en diferentes situaciones de estacionamiento. A continuación, se exploran los beneficios de esta tecnología:

- El sistema de parqueo asistido cuenta con una mayor precisión ofrecida al momento de aparcar. Los sensores y cámaras integradas en el sistema permiten al vehículo detectar espacios disponibles y calcular la posición exacta para ingresar el vehículo a la zona de estacionamiento. Este sistema ayuda a reducir el riesgo de colisiones o daños en el vehículo, haciendo que este realice maniobras de dirección precisas.

- El ahorro de tiempo y esfuerzo al conductor por no tener que buscar un espacio adecuado para estacionarse y maniobrar manualmente el vehículo. El conductor simplemente activa el sistema de aparcamiento automático y deja que el vehículo realice las maniobras. Esto es especialmente beneficioso en áreas de mucho tráfico o en lugares con pocos espacios de estacionamiento. Encontrar una plaza puede ser complicado y llevar mucho tiempo.
- El aparcamiento automático es útil para estacionarse en espacios estrechos. En muchas áreas urbanas, los espacios de estacionamiento son limitados y estrechos, dificultando el estacionamiento manual. El sistema de aparcamiento automático puede calcular la trayectoria óptima para deslizarse en estos espacios reducidos sin problemas.
- Uno de los beneficios más importantes del aparcamiento automático es su capacidad para aumentar la seguridad al momento de estacionarse. Con la capacidad de detectar obstáculos y utilizar sensores y cámaras para evaluar el entorno, el sistema puede reducir significativamente el riesgo de colisiones.

Las limitaciones que presenta el sistema de parqueo asistido son:

Limitaciones en Espacios al Aire Libre: El aparcamiento automático es efectivo en espacios cubiertos y cerrados, puede ser menos confiable en espacios al aire libre. Las señales pueden ser menos claras en áreas abiertas, llegando a tener dificultades para encontrar obstáculos que no estén predefinidos en su base de datos. Esto puede causar que el sistema funcione mal en zonas abiertas y que el conductor tenga que intervenir para completar el aparcamiento.

Dependencia en la Tecnología: Esto puede hacer que los conductores dependan de esta tecnología y a su vez sean menos hábiles al estacionarse manualmente. Al confiar completamente en el sistema, los conductores pueden perder práctica y habilidad para

estacionarse manualmente en espacios reducidos. Esto puede afectar en situaciones en donde el aparcamiento automático no esté disponible, ya que puede haber dificultades al estacionar el vehículo de manera segura y precisa.

Mayor Coste: El coste del vehículo puede aumentar. La incorporación de sensores y tecnología para hacer funcionar el sistema puede elevar su valor. Esto haría que vehículos con estas características sean menos accesibles para las personas con presupuestos bajos.

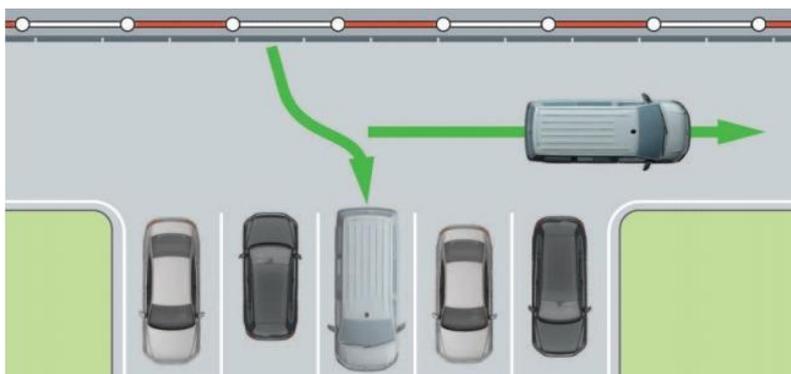
### 2.2.9 Impacto del sistema Park Assist en la Conducción Autónoma

El sistema Park Assist es un paso importante hacia la conducción autónoma, más precisamente, hacia la conducción semiautónoma, ya que el vehículo no se estaciona completamente solo.

Utilizando sensores de ultrasonido y, en algunos casos, una cámara de marcha atrás, estos sistemas identifican y miden un espacio libre para determinar si el vehículo cabe en el espacio. Por lo general, se requiere 0,8 y 1 metro más que la longitud del vehículo, aproximadamente medio metro delante y detrás. Si hay suficiente espacio, el sistema avisa al conductor con un mensaje en la pantalla del cuadro de instrumentos o de la consola central, permitiendo el estacionamiento. El sistema toma el control de la dirección, girando el volante según sea necesario para guiar el vehículo hacia el espacio (ver figura 7).

**Figura 7**

*Asistencia de Estacionamiento*



Fuente: (Volkswagen, 2020)

El sistema Park Assist es un componente clave en el avance de la conducción autónoma, ofreciendo una base tecnológica como una validación práctica para las capacidades de autoconducción. Su desarrollo e implementación han permitido a los fabricantes de automóviles y a las empresas tecnológicas avanzar en la creación de vehículos más eficientes y seguros.

#### ***2.2.10 Integración del Park Assist con otros Sistemas de Seguridad Activa***

El sistema de parqueo asistido funciona mejor junto a otros sistemas de seguridad activa del vehículo. Al aprovechar las capacidades complementarias de cada sistema, esta integración permite una experiencia de conducción más segura y eficiente. A continuación, se enumeran los sistemas de seguridad activa con los que se integra el Park Assist:

*Sistema de Frenos Antibloqueo:* El ABS evita el bloqueo de ruedas durante el frenado, lo cual permite al conductor mantener el control del vehículo. La integración del Park Assist con el ABS garantiza que las maniobras de estacionamiento puedan frenar de manera efectiva sin perder estabilidad.

*Control Electrónico de Estabilidad:* Detecta y reduce la pérdida de tracción, mejorando la estabilidad del vehículo. El ESC al trabajar en conjunto con el Park Assist ayudará a mantener el control del vehículo en superficies resbaladizas o durante maniobras bruscas de estacionamiento.

*Sistema de Monitor de Punto Ciego Activo (BSM):* Utiliza sensores para detectar vehículos en el punto ciego del conductor y emitir alertas. La integración con el Park Assist permite que la detección de obstáculos durante el estacionamiento sea más eficiente.

*Cámara Trasera y Sensores de Proximidad:* Estos proporcionan una visión adicional y datos sobre la distancia de objetos y vehículos cercanos. Al combinar estos datos con el Park Assist, ofrecerá una guía más precisa y detallada al conductor al momento de estacionarse.

Sistema de Detección de Colisión y Frenado Automático: Este sistema ayuda a detectar posibles colisiones y puede llegar a frenar automáticamente si es necesario para evitar un accidente. La integración al Park Assist asegura que el vehículo pueda detenerse de inmediato si se detecta un obstáculo inesperado durante las maniobras de estacionamiento.

### **2.3 Marco Conceptual**

Sistema Park Assist: El Park Assist es una tecnología sofisticada que ayuda al conductor en las maniobras de estacionamiento, manteniendo el control preciso del vehículo para facilitar el proceso y aumentar la seguridad.

Sensores de Ultrasonido: Estos sensores son dispositivos que utilizan ondas ultrasónicas para detectar obstáculos alrededor del vehículo. Esto permite que el Park Assist evalúe distancias y espacios con gran precisión.

Cámara de Visión Trasera: Esta cámara complementa los sensores con una vista en tiempo real del área detrás del vehículo, lo que facilita la maniobra en espacios reducidos.

Unidad de Control Electrónico (ECU): Es el núcleo del sistema Park Assist y es responsable de procesar los datos de las cámaras y los sensores para programar las maniobras de estacionamiento.

Detección de Espacios: Esta función evalúa el tamaño y la accesibilidad de un espacio para estacionar automáticamente.

Maniobra Automática: Esto significa que el Park Assist puede mantener la dirección del vehículo durante el estacionamiento, lo que reduce la intervención del conductor y el riesgo de errores.

Interfaz de Usuario: El conductor puede interactuar con el sistema Park Assist y recibir instrucciones, alertas visuales y auditivas durante el proceso de estacionamiento a través de una pantalla y controles.

Precisión en Espacios Estrechos: Evaluación de la capacidad del Park Assist para manejar espacios de estacionamiento limitados y maximizar el uso del espacio disponible.

Reacción ante Obstáculos: La capacidad del sistema para detectar y responder con objetos o personas que aparezcan repentinamente durante la maniobra aumenta la seguridad.

Integración con Otros Sistemas: Para maximizar su funcionamiento, el Park Assist funciona con otros sistemas del vehículo, como el control de tracción y el ABS.

Alertas Acústicas y Visuales: Estas son señales emitidas por el sistema para informar al conductor sobre la proximidad de obstáculos y la posición del vehículo durante el estacionamiento.

Calibración del Sistema: La calibración del sistema es un proceso importante para garantizar que la unidad de control y los sensores funcionen correctamente, lo que garantiza la confiabilidad y precisión del Park Assist.

Mantenimiento Preventivo: Para mantener el Park Assist en condiciones óptimas, se recomienda limpiar regularmente los sensores y verificar si hay actualizaciones de software.

Impacto en la Experiencia del Usuario: El uso del Park Assist hace que los conductores se sientan más satisfechos al hacer que el estacionamiento sea más sencillo y aliviar el estrés que causan las maniobras complicadas.

## Capítulo III

### Diseño de la Investigación

#### 3.1 Diseño de la Investigación

La investigación propuesta tiene como objetivo evaluar el sistema Park Assist del Volkswagen Tiguan mediante un enfoque integral que abarque desde el análisis diagnóstico hasta las pruebas de campo. Esta evaluación busca proporcionar una comprensión más profunda de la efectividad y fiabilidad del sistema, así como su impacto en la experiencia del usuario y la seguridad vial.

#### 3.2 Enfoque de la Investigación

Se trabaja con un enfoque de investigación cualitativo, para obtener una visión holística del desempeño del sistema Park Assist. Este enfoque permitirá corroborar los resultados obtenidos mediante diferentes métodos y enriquece la comprensión del fenómeno estudiado.

#### 3.3 Métodos de la Investigación

##### 3.3.1 *Métodos Teóricos*

Revisión de Literatura: Se realiza una revisión exhaustiva de la literatura existente sobre sistemas de asistencia al estacionamiento, tecnologías automotrices y estudios previos sobre el sistema Park Assist.

Análisis Comparativo: Se compara los resultados obtenidos con los datos técnico-establecidos en el manual de usuario del sistema Park Assist facilitado por la marca con la finalidad de contextualizar los hallazgos con relación a la teoría existente.

##### 3.3.2 *Métodos Empíricos*

Pruebas de Campo: Se lleva a cabo pruebas prácticas en diferentes escenarios de estacionamiento (paralelo, en pendiente) para evaluar la precisión, tiempo de respuesta y tasa de error del sistema Park Assist.

Entrevistas Semiestructurada: Se aplica cuestionarios al gerente postventa y al jefe de taller de Norwagen para recopilar datos sobre los problemas, el funcionamiento y el mantenimiento del sistema.

### **3.4 Metodología de la Investigación**

La metodología de la investigación para la evaluación del sistema Park Assist se basa en la experiencia y conocimientos de los mecánicos especializados que han trabajado con este sistema.

El presente estudio investigativo es considerado de forma aplicada, ya que se aplican conocimientos técnicos y prácticos para evaluar el rendimiento y la fiabilidad del sistema Park Assist en condiciones reales. La investigación se enfoca en identificar posibles problemas y áreas de mejora desde la perspectiva de los profesionales que mantienen y reparan estos sistemas.

El estudio emplea métodos cualitativos para asegurar una visión completa del sistema Park Assist. Las pruebas de campo medirán la precisión, tiempo de respuesta y tasa de error del sistema, mientras que las encuestas, entrevistas y grupos focales proporcionarán información sobre la facilidad de uso, confianza y experiencias generales de los mecánicos con el sistema.

### **3.5 Población y Muestra**

Para este estudio, se trabaja con dos profesionales que prestan servicios, al concesionario Norwagen como gerente postventa y jefe de taller, los cuales tienen el conocimiento con el sistema Park Assist. Por lo que se establece la población para este estudio como finita.

Se trabaja con el muestreo selectivo para este estudio. La elección de este método se debe a su capacidad para enfocarse en personas que tienen una gran comprensión y experiencia con el sistema Park Assist del Tiguan. La selección deliberada de estos expertos garantiza la

obtención de datos detallados y pertinentes, que son esenciales para el análisis cualitativo del sistema.

Para las pruebas y evaluaciones prácticas, se utilizó un Volkswagen Tiguan específico equipado con el sistema Park Assist. Este método complementa la información de las entrevistas para permitir una evaluación exhaustiva y detallada del sistema en situaciones reales.

### **3.6 Instrumento de Recolección Información**

Para recolectar la información necesaria, se emplea pruebas de campo en escenarios específicos de estacionamiento para evaluar el rendimiento del sistema Park Assist en diversas condiciones. Además, se aplica entrevistas como preguntas semiestructuradas orientada a obtener información sobre el funcionamiento del sistema.

## Capítulo IV

### Análisis de Resultados

La implementación de sistemas de asistencia al estacionamiento como el Park Assist, ha revolucionado la industria automotriz al mejorar significativamente la seguridad y comodidad del conductor. En vehículos como el Volkswagen Tiguan, este sistema se destaca por su capacidad para gestionar eficientemente el espacio en entornos urbanos densos y reducir la incidencia de accidentes menores. Al facilitar las maniobras de estacionamiento, el Park Assist no solo optimiza la experiencia del usuario, sino que también contribuye a un entorno vial más seguro y organizado.

Este capítulo se centra en evaluar la influencia del sistema Park Assist en la eficiencia y seguridad de las maniobras de estacionamiento en el Volkswagen Tiguan. A través del análisis de cómo este sistema detecta obstáculos, calcula las trayectorias óptimas y guía al conductor con precisión mediante la integración de sensores avanzados y software, se busca proporcionar una comprensión profunda de su impacto en la reducción de accidentes y la mejora de la experiencia del usuario.

La introducción del Park Assist ha transformado la forma en que los conductores estacionan sus vehículos, ofreciendo asistencia activa que permite maniobras de estacionamiento más seguras y efectivas. Este estudio tiene como objetivo no solo confirmar los beneficios esperados en términos de seguridad vial, como la disminución de colisiones durante el estacionamiento, sino también demostrar cómo el sistema optimiza el uso del espacio disponible y reduce el tiempo necesario para estacionarse.

Mediante la recopilación de datos empíricos y un análisis comparativo exhaustivo, este estudio busca llenar un vacío en la literatura científica, proporcionando una evaluación detallada del impacto específico del Park Assist en la seguridad y eficiencia del estacionamiento. Los resultados obtenidos tendrán implicaciones significativas para la

industria automotriz, fabricantes de sistemas de asistencia al conductor, consumidores y organismos reguladores, destacando la relevancia de este sistema en la mejora continua de la seguridad y eficiencia en la conducción.

#### **4.1 Análisis de Entrevista**

En esta sección se interpretan los datos recopilados a través de entrevistas realizadas a expertos y usuarios del sistema Park Assist en el Volkswagen Tiguan. El análisis se enfoca en identificar patrones, percepciones y experiencias que revelen tanto las ventajas como las limitaciones del sistema. A partir de estas interpretaciones, se busca comprender mejor cómo el Park Assist impacta en la práctica diaria de conducción y cómo sus características pueden ser mejoradas para optimizar la seguridad y la satisfacción del usuario.

##### **4.1.1 Entrevista al Gerente de Posventa**

A continuación, se presentarán los datos obtenidos en la entrevista realizada al MSc. Santiago Espinosa, quien ocupa el cargo de Gerente de Postventa del concesionario Norwagen, quien además por su perfil profesional tiene conocimiento y experiencia en el tema.

a. ¿Qué procedimientos de diagnóstico se utilizan para identificar y resolver problemas con los sensores del Park Assist?

Existen procedimientos manuales y electrónicos; los manuales se deben realizar en un espacio en el taller en el que se puedan hacer todas las maniobras de estacionamiento para lo cual se ponen conos o algún objeto que simule un obstáculo para saber si está funcionando cada sensor. Dependiendo del modelo del vehículo, estos pueden tener cuatro, ocho o dieciséis sensores. Al realizar la prueba, dado que el Assist Park mide en cuatro puntos, dos laterales y dos centrales, en cada zona se colocó un cono. Por seguridad, no se debe hacer con personas ni con algo que sea de concreto, porque puede ocasionar daños menores al vehículo tales como rayones o abolladuras. Así se obtendría el procedimiento manual para ver si algún sensor está

fallando. Si uno de los sensores deja de funcionar y detecta o se acerca al cono, se entiende que este se encuentra dañado

El procedimiento electrónico se hace con un escáner, por medio del cual se puede obtener un diagnóstico y saber si hay un código de error que lance directamente al manual de servicio y que indique qué cableado o qué sensor está fallando.

b. ¿Qué pasos se deben seguir si el sistema Park Assist detecta un error de comunicación con la unidad de control?

Si el dueño de un Volkswagen Tiguan visualiza en el tablero un testigo de advertencia encendido o escucha la alarma sonora, esto le estará indicando que existe un error de comunicación con la unidad de control, por lo que es importante que acuda al taller postventa para la revisión, reparación o reconfiguración necesarias del sistema.

c. ¿Qué consideraciones de mantenimiento regular se deben tener en cuenta para asegurar el correcto funcionamiento del sistema Park Assist?

Con relación a la limpieza, debe hacerse sin aplicar presión, por lo que es aconsejable que no se use hidrolavadoras en la periferia, que es donde se encuentran los sensores de proximidad, dado que pueda dañarlos. De la misma manera, si se realiza algún tipo de corrección de pintura por colisiones en el vehículo o se decide pegar pegatinas decorativas, es imprescindible que no sean cubiertos los sensores y asegurarse de mantenerlos limpios y en correcto funcionamiento.

Para calibrar los sensores, se utiliza una pizarra de calibración. Esta se coloca en una pared, mientras que el vehículo debe estar en una superficie completamente plana. El proceso de calibración incluye ajustar las luces y medir los sensores, asegurando que cada metro del entorno se detecte con precisión.

d. ¿Qué tipos de fallos comunes se encuentran en los sensores ultrasónicos del Park Assist y como se puede solucionar?

Los fallos más comunes que se encuentran en los sensores ultrasónicos son ocasionados por hidrolavadoras a alta presión. Estas pueden llegar a dañar los sensores si se los lava constantemente; además, si estos no se encuentran limpios o están llenos de lodo, podrían afectar su funcionalidad. Y sí, además, no se le da un mantenimiento correcto, pero en caso de una colisión es imprescindible que se realice una calibración.

Para la calibración se utiliza una pizarra de calibración; se la coloca en una pared y el vehículo en una superficie que esté totalmente plana y con algunos procedimientos que van desde cuadrar las luces hasta hacer la medición de los sensores para que cuadre metro a metro lo que está haciendo.

e. ¿Cómo se interpreta la información de diagnóstico que proporciona el sistema Park Assist cuando se conecta a una herramienta de escaneo?

La interpretación de los procesos puede realizarse de varias maneras. En caso de una colisión, utilizamos un escáner para obtener los datos necesarios, ya que no existe un procedimiento manual para regular o reparar. Para poder reparar y obtener un diagnóstico preciso, dependemos del escáner. Este nos indicará los puntos específicos que se deben medir.

#### **4.1.2 Entrevista al Jefe de Taller**

A continuación, se presentarán los datos obtenidos en la entrevista realizada al Ing. Elvis Solórzano, quien ocupa el cargo de jefe de Taller del concesionario Norwagen, quien además por su perfil profesional tiene conocimiento y experiencia en el tema.

a. ¿Qué procedimientos de diagnóstico se utilizan para identificar y resolver problemas con los sensores del Park Assist?

El procedimiento sería ayudarse con la guía de un escáner automotriz, detectando una guía o una sugerencia de un error. En este caso, si es un sensor de parqueo que se queda

encendido, lo primero que se debe hacer es identificar los voltajes que estén llegando a cada uno de ellos, como indica el manual de servicio. Posteriormente a esto, si comprobamos que a todos les llega energía de forma correcta, se comienza a testear los sensores uno por uno, midiendo la resistencia de cada uno de ellos, que generalmente son 0.3 o 0.4 ohmios si estos están en buen estado.

Si se detecta una resistencia demasiado alta, se puede determinar que el sensor está averiado. Es decir, que no llega corriente hacia los sensores; el procedimiento que se debe realizar de acuerdo con el diagrama eléctrico del fabricante es verificar de donde proviene la electricidad; este debe ser por el módulo de carrocería. Se buscará directamente en el módulo para verificar las señales directamente desde el módulo hasta el sensor, revisando el cableado. En caso de que el módulo sí inyecte los niveles de voltaje necesarios y en la salida del cableado no lleguen, se debe revisar si no hay corrosión o se encuentra incomunicado por medio de la resistencia, dependiendo del diagrama eléctrico.

*b.* ¿Qué pasos se deben seguir si el sistema Park Assist detecta un error de comunicación con la unidad de control?

El paso por seguir si se detecta un error de comunicación con la unidad de control es revisar mediante el diagrama eléctrico las líneas, los voltajes y las resistencias según indica el fabricante. Es decir, seguir el cableado, detectar si no hay cableado corroído, sulfatado, por una incomunicación debido a un cable roto o dañado por roedores; posterior a esto, verificar el cableado, verificar la unidad de control haciéndole un diagnóstico de resistencia o enviándolo a un banco de pruebas de módulos para detectar que el módulo esté trabajando correctamente.

*c.* ¿Qué consideraciones de mantenimiento regular se deben tener en cuenta para asegurar el correcto funcionamiento del sistema Park Assist?

Lo primordial es revisar la batería, ya que esta mantiene un cierto nivel de voltaje hacia las unidades, es decir que el módulo de control envía una señal de vida hacia la computadora,

cuando no recibe esta señal es porque existen problemas en el módulo, esto se refiere a que la corriente siempre estará alimentando el módulo de control; incluso va de la mano con sensores de movimiento, ya que es un mismo sistema.

En el tema de parqueo, es importante la limpieza de los sensores para que no estén llenos de polvo, y que el cableado entre el socket de los sensores no tenga incomunicación por medio de humedad, corrosión o polvo para que la información sea rápida y precisa, ya que estos trabajan a través de ondas de ultrasonido.

*d.* ¿Qué tipos de fallos comunes se encuentran en los sensores ultrasónicos del Park Assist y como se puede solucionar?

Los problemas comunes de estos sensores son los golpes. Cuando hay una colisión y se impacta con otro vehículo o una pared, estos se descalibran e internamente llevan una resistencia; esta no hace buen contacto; ellos emiten una pulsación ultrasónica a la pared. Este sensor manda la señal a la pared y regresa; cada que se descalibra, las pulsaciones son leves y no llega a rebotar la señal, empezando a descalibrarse. Posteriormente a esto va a tener un fallo en marcar incorrectamente el espacio.

*e.* ¿Cómo se interpreta la información de diagnóstico que proporciona el sistema Park Assist cuando se conecta a una herramienta de escaneo?

Al momento de conectar un escáner automotriz la información de diagnóstico de este sistema pasa por una revisión de plan de comprobaciones, esto significa que mientras el escáner esté conectado habrá una serie de opciones donde se pueden hacer una función del mismo, como calibración de sensores de parqueo, ajuste básico al módulo del Park Assist, ajuste básico al sensor de ángulo de giro porque en los vehículos actuales que cuentan con Park Assist tienen conexión con el módulo de ángulo de giro que es la cremallera electrónica - electro asistida que es para el tema de movilidad cuando no se necesita manos al volante, adicional a esto el sistema proporciona información sobre las ruedas, este se refiere a que también debe conectarse

con el ABS, por lo tanto, existe un plan de conformaciones para que el sistema trabaje correctamente, un ingreso directamente a las unidades de motor del ABS y dirección electro asistida.

#### ***4.1.3 Discusión de Resultados de las Entrevistas***

El análisis de los resultados obtenidos a partir de las entrevistas realizadas con los gerentes y jefes de taller revela aspectos fundamentales sobre el funcionamiento y la fiabilidad del sistema Park Assist en el Volkswagen Tiguan. A lo largo de las entrevistas, se identificaron tanto fortalezas como las áreas de mejora de este sistema, que ha sido diseñado para optimizar las maniobras de estacionamiento y reducir la carga del conductor en entornos urbanos densos.

*Identificación de Problemas y Soluciones Técnicas:* Uno de los hallazgos más relevantes es la importancia de los procedimientos de diagnóstico para identificar y resolver problemas con los sensores del Park Assist. Según el Gerente de Posventa, Santiago Espinosa, “los procedimientos manuales y electrónicos se combinan para asegurar que todos los sensores estén funcionando correctamente, lo cual es crucial para la eficacia del sistema en condiciones reales” (Espinosa, 2024). Este enfoque dual permite una detección precisa de fallas, utilizando tanto métodos tradicionales como avanzadas herramientas de escaneo electrónico, que facilitan la identificación de errores específicos en el sistema.

*Mantenimiento Preventivo y Recalibración:* La importancia del mantenimiento regular para garantizar el correcto funcionamiento del Park Assist fue otro tema recurrente en las entrevistas donde se destacó que “es fundamental realizar una limpieza regular de los sensores y evitar el uso de hidrolavadoras en las áreas cercanas, ya que esto podría dañar los componentes ultrasónicos” (Espinosa, 2024). Además, en caso de colisión o daño en los sensores, se recomienda una recalibración utilizando herramientas específicas, lo que asegura que el sistema continúe funcionando de manera óptima y detecto los obstáculos de manera precisa.

*Impacto de Fallos en la Experiencia del Usuario:* El jefe de taller, Elvis Solórzano, señaló que “los golpes y las colisiones son las causas más comunes de fallos en los sensores ultrasónicos del Park Assist, lo que puede llevar a una descalibración que afecta significativamente la capacidad del sistema para detectar obstáculos” (Solórzano, 2024). Este tipo de problemas no solo reduce la efectividad del Park Assist, sino que también puede comprometer la seguridad del vehículo y sus ocupantes. La solución recomendada incluye la recalibración de los sensores y, si es necesario, su reemplazo para restaurar la funcionalidad del sistema.

*Intervención en Caso de Errores de Comunicación:* Otro aspecto crítico discutido fue la respuesta adecuada a los errores de comunicación entre los sensores y la unidad de control del Park Assist. Solorzano (2024) explicó que “en caso de un error de comunicación, es esencial revisar el cableado y la unidad de control para detectar posibles corrosiones o desconexiones”. Este enfoque asegura que cualquier fallo se identifique y se rectifique rápidamente, minimizando el riesgo de un mal funcionamiento durante las maniobras de estacionamiento.

La discusión de estos resultados subraya la complejidad y la importancia de mantener el sistema Park Assist en condiciones óptimas. Los testimonios de los entrevistados proporcionan una visión integral de los desafíos técnicos y las soluciones prácticas necesarias para asegurar que este sistema continúe cumpliendo su propósito de mejorar la seguridad y la comodidad en el estacionamiento. La atención constante a los detalles técnicos y al mantenimiento preventivo es esencial para maximizar la eficacia del Park Assist, lo que a su vez repercute directamente en la satisfacción del usuario final y en la seguridad vial.

#### **4.2 Protocolo de Pruebas – Aplicación de Check List**

Una vez realizada la investigación de campo donde se empleó como técnica fundamental la observación, para lo cual se diseñó el protocolo de pruebas y el Checks List (ver tabla 1), se procede a realizar la interpretación de los datos más relevantes con respecto a

la evaluación del sistema Assist Park. Con la finalidad de ejemplificar la información obtenida, se usarán figuras ilustrativas relacionadas con las pruebas realizadas.

**Tabla 1**

*Protocolo de Pruebas del Sistema Park Assist*

<b>Vehículo:</b> Volkswagen Tiguan		<b>Fecha:</b> 18/07/2024	
<b>Ubicación:</b> Guayaquil, Ecuador			
Configuración Inicial		Cumple	No Cumple
1.	Verificar que el sistema Park Assist este correctamente calibrado.	X	
2.	Asegurarse de que todos los sensores estén limpios y operativos.	X	
3.	Realizar un chequeo inicial del vehículo.	X	
Pruebas de Estacionamiento en Espacios Paralelos y Perpendiculares		Cumple	No cumple
4.	Simular un escenario con varios espacios de estacionamiento paralelos y perpendiculares utilizando conos y barreras.	X	
5.	Conducir el vehículo hasta el espacio de estacionamiento seleccionado y activar el sistema Park Assist.	X	
6.	Evaluar la capacidad del sistema para estacionarse correctamente en espacios con diferentes tamaños.	X	
Pruebas de Obstáculos Fijos		Cumple	No cumple
7.	Colocar obstáculos fijos como postes y bordillos a diferentes alturas y distancias de los espacios de estacionamiento.	X	
8.	Evaluar la respuesta del sistema ante la presencia de estos obstáculos y registrar cualquier fallo o advertencia.	X	
Pruebas de Seguridad y Fiabilidad		Cumple	No cumple
9.	Simular la aparición repentina de peatones durante la maniobra de estacionamiento y evaluar la capacidad del sistema para detenerse y evitar accidentes.	X	
10.	Probar el funcionamiento del sistema Park Assist con el sistema de tracción desactivado y verificar si hay alguna diferencia en el rendimiento.	X	
11.	Realizar pruebas con uno o más sensores cubiertos de suciedad para evaluar el impacto en el rendimiento del sistema y las advertencias emitidas.	X	
12.	Probar el funcionamiento del Sistema Park Assist con el sensor ABS desactivado y verificar si hay alguna diferencia en el rendimiento o emite una advertencia.	X	
Condiciones Extremas de Superficie		Cumple	No cumple
13.	Evaluar el rendimiento del sistema en superficies inclinadas o desiguales.		X
14.	Probar la funcionalidad del sistema en áreas con señalización deficiente o nula.		X
Observaciones:			

**Tabla 2***Aplicación del Check List en Escenario Paralelo*

N°	Pruebas	Respuesta
1	Eficiencia del Park Assist al estacionarse si hay una persona cerca del estacionamiento	Muy eficiente ✓ Moderadamente eficiente Poco eficiente
2	Capacidad del Park Assist para identificar y reaccionar ante obstáculos pequeños (como veredas, conos de seguridad y limitadores de velocidad)	Muy eficiente ✓ Moderadamente eficiente Poco eficiente
3	Manejo del Park Assist en espacios de estacionamiento estrechos	✓ Muy bien Con dificultades
4	Capacidad del sistema para estacionar en plazas de aparcamiento y perpendiculares con precisión	✓ Muy eficiente Moderadamente eficiente Poco eficiente
5	Detección y reacción adecuada del sistema ante peatones que cruzan repentinamente	Eficiente ✓ Moderadamente eficiente Ineficiente
6	Funcionamiento del Park Assist si el sensor ABS no funciona adecuadamente	Si funciona sin el sensor ✓ No funciona
7	Funcionalidad del Park Assist si el sistema de control de tracción esta desactivado	Si funciona ✓ No funciona
8	Impacto de los fallos comunes en los sensores ultrasónicos del Park Assist	Sin impacto Impacto moderado ✓ Impacto significativo
9	Funcionamiento del Park Assist en áreas con señalización deficiente o nula	Si funciona ✓ No funciona
10	Adaptabilidad del sistema a diferentes tamaños de plazas de aparcamiento sin necesidad de ajustes	✓ Buena adaptabilidad Mala adaptabilidad
11	Identificación y evitación de zonas prohibidas o reservadas durante la maniobra por el Park Assist	Muy eficiente Moderadamente eficiente ✓ Poco eficiente
12	Emisión de advertencia o señal por el sistema si el espacio de estacionamiento no es lo suficientemente grande	✓ Si te advierte No te advierte

**Tabla 3***Aplicación del Check List en Escenario Perpendiculares*

N°	Pruebas	Respuesta
1	Eficiencia del Park Assist al estacionarse si hay una persona cerca del estacionamiento	Muy eficiente ✓ Moderadamente eficiente Poco eficiente
2	Capacidad del Park Assist para identificar y reaccionar ante obstáculos pequeños (como veredas, conos de seguridad y limitadores de velocidad)	Muy eficiente ✓ Moderadamente eficiente Poco eficiente
3	Manejo del Park Assist en espacios de estacionamiento estrechos	✓ Muy bien Con dificultades
4	Capacidad del sistema para estacionar en plazas de aparcamiento y perpendiculares con precisión	✓ Muy eficiente Moderadamente eficiente Poco eficiente
5	Detección y reacción adecuada del sistema ante peatones que cruzan repentinamente	Eficiente ✓ Moderadamente eficiente Ineficiente
6	Funcionamiento del Park Assist si el sensor ABS no funciona adecuadamente	Si funciona sin el sensor ✓ No funciona
7	Funcionalidad del Park Assist si el sistema de control de tracción esta desactivado	Si funciona ✓ No funciona
8	Impacto de los fallos comunes en los sensores ultrasónicos del Park Assist	Sin impacto Impacto moderado ✓ Impacto significativo
9	Funcionamiento del Park Assist en áreas con señalización deficiente o nula	Si funciona ✓ No funciona
10	Adaptabilidad del sistema a diferentes tamaños de plazas de aparcamiento sin necesidad de ajustes	✓ Buena adaptabilidad Mala adaptabilidad
11	Identificación y evitación de zonas prohibidas o reservadas durante la maniobra por el Park Assist	Muy eficiente Moderadamente eficiente ✓ Poco eficiente
12	Emisión de advertencia o señal por el sistema si el espacio de estacionamiento no es lo suficientemente grande	✓ Si te advierte No te advierte

Las pruebas se realizaron en el taller del concesionario Norwagen. El área es cerrada con buena iluminación artificial. Las condiciones climáticas externas eran soleadas, por lo que no afectó las condiciones dentro del taller. El espacio de trabajo estaba limpio y organizado, proporcionando un entorno controlado ideal para las pruebas. Para simular un objeto fijo se hizo uso de una caja de cartón y de un técnico para simular la aparición repentina de un peatón.

#### **4.2.1. Configuración Inicial**

Para que el sistema Park Assist funcione correctamente en los vehículos Volkswagen, es fundamental realizar una configuración inicial de forma minuciosa. Este proceso garantiza que todos los componentes del sistema estén en las mejores condiciones y preparados para funcionar con precisión (ver Figura 8).

La calibración del sistema Park Assist es crucial para su eficiencia y precisión. Este proceso requiere que los sensores ultrasónicos se alineen y ajusten para que detecten los obstáculos alrededor del vehículo. Se utiliza una pizarra de calibración (, que se coloca en una superficie plana frente al vehículo. Este proceso garantiza que los sensores midan las distancias de forma correcta y que el sistema puede brindar advertencias y asistencia de manera confiable. Del mismo modo una calibración incorrecta pone en riesgo la seguridad que tiene el conductor dado que el sistema calculara distancias inexactas y además es posible que no detecte los objetos que estén cerca del vehículo.

Los sensores ultrasónicos del Park Assist son sensibles a los contaminantes como el polvo y la suciedad. Por lo tanto, antes de comenzar la configuración, es fundamental limpiar los mismos tal como indica el manual del fabricante con el objetivo de eliminar cualquier material que pueda obstaculizar su funcionamiento. Además, es necesario verificar que cada sensor funcione de forma correcta. Esto se logra mediante pruebas manuales y electrónicas, asegurándose de que ambos detecten problemas y envíen las señales correctas al sistema. Un

sensor sucio o defectuoso puede provocar errores en el sistema que impide que el Park Assist funcione correctamente.

Antes de usar el sistema Park Assist, primero se debe verificar en el vehículo, el funcionamiento de: 1) Batería con la finalidad de establecer el funcionamiento de esta de tal forma que nos aseguremos que este proporcionando el voltaje adecuado 12 voltios; y 2) Conexiones Eléctricas donde se inspecciona el cableado para detectar si existe algún tipo de corrosión, daños o conexiones sueltas que puedan causar fallas en la comunicación entre los sensores y la unidad de control. Un chequeo inicial completo detecta y resuelve cualquier problema potencial antes de que afecte el funcionamiento del Park Assist.

## Figura 8

### *Verificación del Vehículo*



Fuente: (Volkswagen, 2020).

### **4.2.2 Pruebas de Estacionamiento en Espacios Paralelos y Perpendiculares**

Las pruebas de estacionamiento en espacios paralelos y perpendiculares son fundamentales para evaluar la eficacia y precisión del sistema Park Assist. Estas permiten

verificar si el sistema cumple con los requisitos de funcionamiento en condiciones diferentes (ver figura 9).

Se creo un escenario de prueba en el taller de Volkswagen utilizando una caja de cartón para simular un obstáculo, representando así diferentes tipos de espacios de estacionamiento. Este enfoque practico permitió recrear condiciones variadas que un conductor podría encontrar en situaciones cotidianas.

Durante la prueba de estacionamiento se pudo verificar que al activar sistema Park Assist y al dar retro los sensores comienzan a reconocer el área de parqueo y encuadran al vehículo para que se lo coloque en la posición adecuada, con esta prueba se verifico la efectividad del sistema al momento de guiar al conducto para realizar esta maniobra con precisión y sin intervención manual significativa del conductor.

Las pruebas incluyeron espacios de estacionamiento de diferentes tamaños para evaluar la adaptabilidad del sistema Park Assist. Donde se verifico su versatilidad y eficiencia al estacionarse en espacios de diferentes tamaños y obstáculos. Por lo antes expuesto se puede inferir que este sistema le asegura al conductor que puede realizar la maniobra de estacionamiento de forma segura y precisa con ayuda de los sensores del Park Assist.

## **Figura 9**

### *Prueba de Estacionamiento*



### 4.2.3 *Pruebas de Obstáculos Fijos*

Para asegurar la eficacia y confiabilidad del sistema Park Assist en vehículos Volkswagen, se llevaron a cabo pruebas específicas con obstáculos fijos. Estas pruebas son cruciales para evaluar como el sistema maneja la presencia de objetos que puedan representar peligros durante el estacionamiento (ver figura 10).

En el taller de Volkswagen para simular un obstáculo fijo se utilizó una caja de cartón, esta se colocó en ubicaciones con alturas y distancias diferentes dentro del área de estacionamiento para que los sensores ultrasónicos del Park Assist lo pudieran detectar. El uso de esta configuración permitió la creación de un entorno controlado para evaluar la capacidad del sistema para detectar y responder a obstáculos fijos.

En los primeros intentos pruebas, los sensores ultrasónicos funcionaron correctamente: el sistema Park Assist detecto la caja de cartón correctamente y el vehículo se detuvo antes de impactar. Sin embargo, en el tercer intento se detectó una falla mínima. Si el obstáculo hubiera sido real, podría haber tenido un impacto porque el vehículo continuó moviéndose, porque el sistema no detectó el obstáculo al acercarse al espacio de estacionamiento. Este incidente enfatiza la necesidad de continuar refinando y calibrando el sistema para garantizar su confiabilidad en cualquier situación.

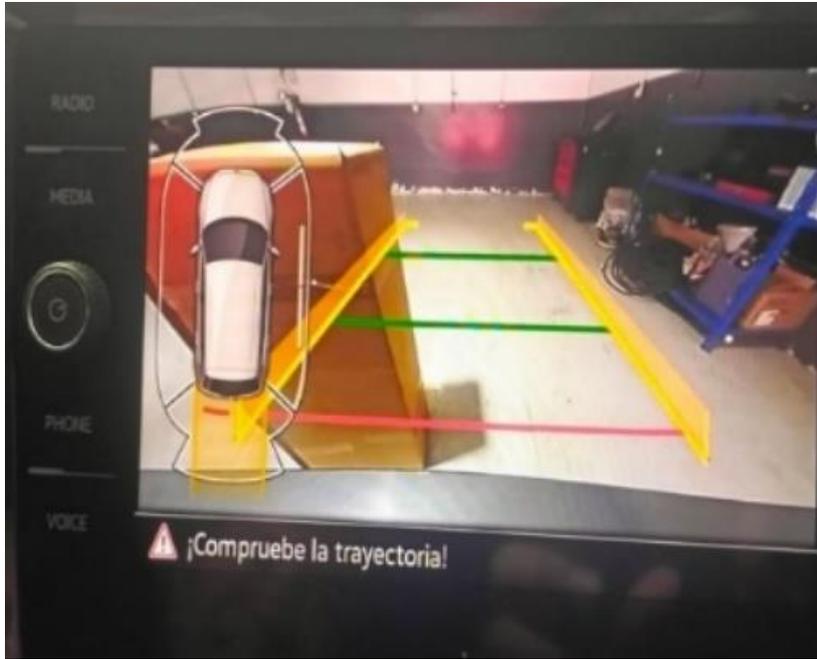
Las pruebas con obstáculos fijos demostraron que el sistema Park Assist puede detectar y responder en la mayoría de los casos a obstáculos fijos como postes y bordillos. Sin embargo, la falla en uno de los intentos sugiere que la precisión y consistencia del sistema aún pueden mejorarse.

sensibilidad de los sensores, calibración de la distancia de frenado y actualizar algoritmos de detección del sistema para garantizar que Park Assist pueda brindar una asistencia segura y confiable en cualquier situación de estacionamiento. Para evitar accidentes

y garantizar la seguridad de los vehículos y los peatones, es fundamental la detección precisa de obstáculos fijos.

### Figura 10

#### *Pruebas con Obstáculos*



#### **4.2.4 Pruebas de Seguridad y Fiabilidad**

Para asegurar que el sistema Park Assist de Volkswagen sea seguro y confiable en diversas situaciones, se llevaron a cabo varias pruebas específicas. Estas pruebas evaluaron la capacidad del sistema para manejar escenarios inesperados y condiciones adversas (ver figura 11).

Se simulon situaciones en las que los peatones aparecían de repente en el estacionamiento. En los primeros intentos, el sistema Park Assist funcionó correctamente al detectar a los peatones y detener el vehículo a una distancia aproximada de 40 a 50 centímetros para evitar accidentes. Sin embargo, en un intento en donde el peatón se quedó completamente quieto, el sistema no lo detectó; hubo una falla, similar a la prueba con obstáculos.

Durante todas las pruebas, el conductor mantuvo una atención vigilante para intervenir y prevenir accidentes, destacando la importancia de la supervisión humana incluso con sistemas de asistencia avanzados.

## Figura 11

### *Prueba con Peatón*



Al desactivar el sistema de tracción, se verificó que el sistema Park Assist no podía utilizarse. Al intentar activar el Park Assist, se generó un error que impedía su funcionamiento. Esto demuestra que el sistema de tracción es fundamental para la operación del Park Assist, y su desactivación compromete la funcionalidad del sistema de estacionamiento asistido.

En una situación en la que la suciedad podría obstruir los sensores, se utilizaron cintas para cubrirlos en lugar de ensuciarlos (ver figura 12). Como resultado, los sensores generaron alertas continuas al detectar obstáculos inexistentes. La presencia constante de alertas podría ser peligrosa y distraer al conductor, incluso si el sistema Park Assist seguía funcionando. Esto demuestra cuán importante es mantener los sensores limpios para que funcionen mejor.

**Figura 12***Sensores Cubiertos de Cinta*

El sistema ABS se desactivo para evaluar su impacto en el funcionamiento del Park Assist. Se comprobó, al igual que el sistema de tracción, que el Park Assist no podía usarse sin el sistema ABS operativo, como se muestra en el círculo de color rojo de la figura 13. El vehículo mostro una señal de error relacionado con los frenos, lo que indica que el ABS es necesario para que el Park Assist funcione correctamente. Esta prueba confirmo que tanto el sistema de tracción como el ABS son esenciales para la confiabilidad y seguridad del Park Assist.

El sistema Park Assist tiene limitaciones y dependencias significativas, según las pruebas de seguridad y confiabilidad realizadas. El sistema puede detectar peatones y obstáculos, pero no es infalible; por lo tanto, el conductor debe ser supervisado constantemente. El sistema del vehículo, como el sistema de tracción y el ABS, es evidente. Es esencial mantener estos sistemas en buen estado para asegurar que el Park Assist funcione de manera efectiva y segura.

**Figura 13***ABS Desactivado*

#### 4.2.5 Condiciones Extremas de Superficie

Para evaluar la eficacia y adaptabilidad del sistema Park Assist de Volkswagen en condiciones extremas de superficie, se realizaron pruebas específicas en escenarios que representan desafíos comunes en la vida real (ver figura 14).

El sistema Park Assist se probó en una pendiente para ver cómo funcionaba en superficies inclinadas o desiguales. Sin embargo, durante la prueba, el sistema no pudo encontrar una ubicación adecuada para estacionar. La inclinación de la superficie hizo que el Park Assist no funcionara como se esperaba, lo que indica que el sistema tiene limitaciones en estas condiciones. Esto indica que el sistema Park Assist no es confiable en pendientes o terrenos irregulares porque está diseñado para superficies planas.

Se realizaron pruebas para evaluar como el sistema Park Assist maneja la falta de referencias claras en áreas con señalización deficiente. En estas circunstancias, el sistema no funciono adecuadamente. La falta de señales y referencias visuales claras dificultó la identificación y maniobra de estacionamiento. Según estas pruebas, el sistema necesita áreas bien señalizadas para funcionar correctamente y su rendimiento disminuye significativamente en condiciones de señalización deficiente.

La falta de espacios de estacionamiento en superficies inclinadas o desiguales indica que el sistema no fue creado para estas condiciones. El sistema, debido a que depende de

referencias claras para funcionar adecuadamente, demostró un desempeño comprometido en áreas con señalización deficiente.

Estos descubrimientos resaltan la importancia de utilizar el sistema Park Assist en circunstancias ideales, donde las señales son evidentes y las áreas de estacionamiento son planas. Para asegurar la eficacia y la seguridad del sistema, los conductores deben ser conscientes de estas limitaciones. En situaciones que excedan sus capacidades de diseño, no deben depender exclusivamente del Park Assist.

#### **Figura 14**

*Prueba en Pendiente*



## Conclusiones

El análisis detallado del sistema Park Assist en el Volkswagen Tiguan reveló que, aunque el sistema utiliza tecnología avanzada como sensores ultrasónicos, su rendimiento puede ser mejorado a través de la actualización del software y la integración con otros sistemas del vehículo. Se identificó la necesidad de optimizar la calibración y el mantenimiento para asegurar que el sistema funcione con la máxima precisión y eficiencia.

El diagnóstico de posibles fallos y limitaciones demostró que el rendimiento del Park Assist puede verse afectado en condiciones de superficie extremas, como pendientes pronunciadas o zonas con señalización deficiente. Estas áreas críticas representan oportunidades clave para mejorar la funcionalidad del sistema, especialmente en escenarios donde las condiciones del entorno no son ideales.

Las pruebas de campo confirmaron que el sistema Park Assist del Volkswagen Tiguan es altamente preciso y eficaz en condiciones ideales, aunque persisten limitaciones en su capacidad de respuesta en situaciones de emergencia o cuando los sensores están obstruidos. Estas pruebas subrayan la importancia de la intervención del conductor y la necesidad de mantener los sensores en condiciones óptimas para garantizar la fiabilidad del sistema en todas las situaciones de conducción.

## **Recomendaciones**

Se recomienda establecer un programa de mantenimiento preventivo que incluya la calibración regular de los sensores ultrasónicos y la verificación detallada de la alineación del sistema Park Assist. Este programa debe incluir inspecciones periódicas para asegurar que los sensores y las conexiones eléctricas estén en condiciones óptimas, minimizando así el riesgo de fallos en el sistema.

Se sugiere desarrollar y difundir un protocolo de emergencia específico para los conductores que utilicen el sistema Park Assist, particularmente en situaciones donde las condiciones del entorno presenten desafíos, como superficies irregulares o señalización deficiente. Este protocolo debe incluir instrucciones sobre cómo reaccionar ante la detección inadecuada de obstáculos o peatones, enfatizando la importancia de la intervención manual del conductor.

Se recomienda iniciar un proyecto de investigación y desarrollo enfocado en mejorar la tecnología de los sensores del sistema Park Assist. Este proyecto debe explorar la integración de sensores de alta precisión, como cámaras y LiDAR, que puedan complementar los sensores ultrasónicos existentes, mejorando la detección en entornos difíciles y ampliando la capacidad del sistema para funcionar en condiciones extremas.

## Bibliografía

- Autodocclub. (s.f.). *¿Qué es Park Assist? Descripción y principio de funcionamiento.*
- Autohero Plus Spain S.L. (2024). *Park Assist: ¿Qué es y cómo funciona?*
- Cabrera, F. (2015). *Estudio y análisis del sistema de freno abs del vehículo híbrido toyota.*  
Guayaquil: UIDE.
- Derco SpA. (2022). *¿Qué es el ESP y cómo funciona?*
- Fu, Z., Lu, Y., Zhao, D., Yuan, P., & Guo, Y. (2023). A novel dual power-driven electric power steering system for electric commercial vehicles.
- Guillén-Pujadas, M., Gutiérrez-Aragón, Ó., Fondevila-Gascón, J.-F., & Vilajoana-Alejandre, S. (2023). *Perfil de los usuarios del servicio del transporte de pasajeros: Taxis y Vehículos de Transporte con Conductor (VTC) en España tras la pandemia del COVID-19.*
- Keyence corporation. (2024). *¿Qué es un sensor ultrasónico?* Obtenido de <https://www.keyence.com.mx/ss/products/sensor/sensorbasics/ultrasonic/info/>
- Kia corporation. (2022). *Todo lo que debes saber sobre los sensores ultrasónicos antes de comprar un auto nuevo.*
- Lavayen Salán, B. (2016). Analisis de funcionamiento y deteccion de fallas del sistema de direccion electro asistida del vehiculo toyota prius 2010.
- Mena, A. F., Gómez Berrezueta, M., Jerez Mayorga, D., & Peña Pinargote, A. (2024). *Vehicle preventive maintenance: a comprehensive analysis of its impact on society, economic, and environmental factors in General Villamil Playas City.*
- Newsroom, Volkswagen. (2022). *Park Assist Plus.* Obtenido de Newsroom Volkswagen: <https://www.volkswagen-newsroom.com/en/park-assist-plus-3669>
- Nissan. (2020). *Asistencia para estacionarse y estacionamiento automático.*
- Seat, S.A. . (2024). *Dirección asistida electromecánica.*

Seat, S.A. . (2024). *Electro-mechanical power steering*.

Valeo. (2024). *What is a Park Assist System ?*

Volkswagen. (2007). Self-study Programme 389 ParkAssist.

Volkswagen. (2020). *The T6.1 2020 Driver assist systems Design and function*.

Volkswagen. (2023). *Park Assist | Driver Assist | Volkswagen UK*.

Volkswagen. (2023). *Park Assist para tu Volkswagen*.

Volkswagen AG. (2010). *The electro-mechanical power steering system*.

