

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA

SEDE VIÑA DEL MAR – JOSÉ MIGUEL CARRERA

**CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE BUSES ELÉCTRICOS BYD
MODELO K9FE**

Trabajo de Titulación para optar
al Título de Técnico Universitario en
MECÁNICA AUTOMOTRIZ

Alumno:

Matías Alejandro Molina Delgado

Profesor Guía:

Sr. Walter Adrián Lemus

2018

RESUMEN

Keywords: CARACTERÍSTICAS, BUS ELECTRICO, BYD, K9FE.

En el presente trabajo se detalla las características técnicas en los buses eléctricos BYD modelo K9FE, para la cual se efectuaron tareas, tales como, estudiar y sintetizar diversos manuales para poder entregar herramientas de aprendizaje para futuros estudiantes de la carrera Técnico Universitario en Mecánico Automotriz de la Universidad Técnica Federico Santa María.

Este estará enfocado en el uso de los buses eléctricos BYD utilizados por la empresa METBUS de Transantiago, los cuales cuentan con un gran proyecto de renovación e innovación en los buses de uso diario de la ciudad de Santiago de Chile.

Se procederá a detallar las características para dar conocimiento básico del comportamiento del bus, entregar conocimiento detallado de los sistemas de funcionamiento, para así poder crear la posibilidad de profundización del tema para poder eventualmente crear un plan de mantenimiento y reparación para futuras generaciones.

INDICE

RESUMEN.....2

INDICE.....3

INDICE DE FIGURAS.....6

SIGLAS.....8

SIMBOLOGIA.....9

INTRODUCCION.....10

OBJETIVOS.....11

1.1 Objetivo general:.....11

1.2 Objetivos específicos:.....11

CAPITULO 1: HISTORIA BYD Y CARACTERÍSTICAS.....13

1. BYD.....14

1.1 Características.....15

1.2 Medidas básicas de vehículo.....15

1.2.1 Tabla de medidas constructivas del vehículo.....16

1.2.2 Tabla de Medidas de chasis.....17

1.3 Componentes exteriores bus modelo K9FE.....18

1.4 Transporte público.....21

1.5 Misión BYD.....24

1.6 Descripción general modelo K9FE.....24

1.6.1 Seguridad de vehículo.....24

1.6.2 Puntos destacados de vehículo.....25

1.6.3 Estructuración modelo K9FE.....27

CAPITULO 2: COMPONENTES Y DATOS TECNICOS.....31

2. Sistema de seguridad.....32

2.1.1 Sistema de extinción.....32

2.1.2 Cinturón de seguridad.....34

- 2.1.3 Válvula de emergencia.....35
 - 2.1.4 Fijación de silla de ruedas.....36
 - 2.1.5 Tragaluces de seguridad.....37
 - 2.1.6 Martillo de seguridad.....38
- 2.2 Área de conducción.....39
 - 2.2.1 Panel de control.....39
 - 2.2.2 Conjunto de instrumentos y mandos principales.....40
 - 2.2.3 Instrumentos combinados.....46
- 2.3 Indicadores de falla de instrumentos.....47
 - 2.3.1 Sistema de frenos.....47
 - 2.3.2 Sobrecalentamiento de motor y controlador.....48
 - 2.3.3 Alarma de disco de fricción.....49
- 2.4 Operación y conducción.....49
 - 2.4.1 Batería de energía.....49
 - 2.4.2 Llave inteligente.....50
 - 2.4.3 Arranque y conducción.....50
 - 2.4.4 Carga.....52
 - 2.4.5 Tabla de características eléctricas del cargador.....54
 - 2.4.6 Tabla de características físicas del cargador.....54
- CAPITULO 3: SISTEMAS PRESENTES Y MASIFICACIÓN.....56
 - 3. Sistema de propulsión.....57
 - 3.1 Sistema de carga y alimentación.....58
 - 3.1.1 Batería.....58
 - 3.1.2 Cargador.....60
 - 3.2 Sistema de suspensión.....61
 - 3.3 Sistema de frenado.....63
 - 3.3.1 Sistema ABS.....63

3.4 Sistema de frenado BYD.....64

3.5 Control y manejo.....65

3.6 Desempeño y confiabilidad.....66

Conclusión.....67

Bibliografía.....68

INDICE DE FIGURAS

Figura 1-1. logo BYD.

Figura 1-2. Medidas básicas.

Figura 1-3. Componentes externos.

Figura 1-4. Componentes externos.

Figura 1-5. Transantiago.

Figura 1-6. Logotipo METBUS.

Figura 1-7. Firma de contrato Metbus, BYD, enel.

Figura 1-8. Disposición de dispositivos de extinción.

Figura 1-9. Disposición de baterías de carga.

Figura 1-10. Esquema sistema de suspensión.

Figura 1-11. Disposición cámaras internas de puertas.

Figura 1-12. Puerto USB de 3 [V].

Figura 1-13. Rampa para minusválidos.

Figura 2-1. Disposición de salidas de emergencias y de alto voltaje.

Figura 2-2. Disposición de control de extintor automático.

Figura 2-3. Disposición de extintor manual.

Figura 2-4. Disposición de cinturón de seguridad.

Figura 2-5. Válvula conectada y desconectada.

Figura 2-6. Manillas ubicadas en el exterior.

Figura 2-7. Manillas Exteriores.

Figura 2-8. Disposición del dispositivo de retractor (1) y anclaje de cinturón (2).

Figura 2-9. Tragaluces de emergencia.

Figura 2-10. Disposición de martillos de seguridad.

Figura 2-11. Área de conducción.

Figura 2-12. Área de panel de control.

Figura 2-13. Panel de control.

Figura 2-14. Interruptores de panel de control.

Figura 2-15. Interruptores de panel de control.

Figura 2-16. Interruptores de caja de cambios automática.

Figura 2-17. Interruptores de iluminación.

Figura 2-18. Interruptores de iluminación interior.

Figura 2-19. Grupo de interruptores pequeños.

Figura 2-20. Tablero de instrumentos.

Figura 2-21. Indicador de falla del sistema de frenado.

Figura 2-22. Indicador de falla de sobrecalentamiento.

Figura 2-23. Indicador de disco de fricción.

Figura 2-24. Llave inteligente.

Figura 2-25. Freno de manos.

Figura 2-26. Puerto de carga.

Figura 2-27. Sistema de carga.

Figura 3-1. Motor síncrono.

Figura 3-2. Batería.

Figura 3-3. Pistolas de Carga CA.

Figura 3-4. Disposición sistema ECAS eje delantero.

Figura 3-5. Disposición sistema ECAS eje trasero.

Figura 3-6. Disco de fricción móvil (1). Disco de fricción fijo (2).

Figura 3-7. Conjunto motor y frenado.

Figura 3-8. Habitáculo del conductor.

Figura 3-9. Bus eléctrico BYD K9FE.

SIGLAS

BYD	:	Build your Dreams
K9FE	:	Serie y Modelo de Motor
E6	:	Modelo de Vehículo
ABS	:	Sistema anti bloqueo de Frenos
CAN BUS	:	Sistema de Transmisión de Mensajes
USB	:	Conector Multimedia
DVR	:	Sistema de Cámaras Grabadoras Digitales
“N”	:	Neutro
“R”	:	Reversa
“D”	:	Directa
CA	:	Corriente Alterna
CC	:	Corriente Continua
INE	:	Instituto Nacional de Estadísticas

SIMBOLOGÍA

Mm	:	Milímetros
Cm	:	Centímetros
M	:	Metros
Km	:	Kilómetros
H	:	Hora
Sg	:	Segundos
Km/h	:	Unidad de medida de Velocidad
°C	:	Grados Celsius (Unidad de medida de Temperatura)
>	:	Mayor que
<	:	Menor que
Kg	:	Kilogramo (Unidad de medida de Fuerza)
N*m	:	Unidad de medida de esfuerzo de Torsión
KPa	:	Kilo Pascal (Unidad de medida de Presión)
Pa	:	Pascal (Unidad de medida de Presión)
R	:	Radio
%	:	Porcentaje
Bar	:	Unidad de medida de Presión

INTRODUCCIÓN

A lo largo de la historia el automóvil ha llevado consigo muchos avances tecnológicos que se pueden observar en sus distintos modelos y marcas comerciales actualmente, sin embargo la historia del automóvil comienza con los vehículos autopropulsados por vapor en el siglo XVIII. El automóvil ha recorrido por tres grandes fases de propulsión: vapor, gasolina y electricidad. En 1860 fue inventado el motor moderno de gasolina y recién en 1878 se transformó en una opción comercial, gracias a esto nace la idea del automóvil actual trayendo consigo a las grandes empresas y fabricantes los cuales nacen en los últimos quince años del siglo XIX. Aquí es donde comienza la revolución automotriz transformando a los pequeños comerciantes en grandes fábricas, talleres en empresas, provocando así la necesidad de emplear el asfalto y la creación de autopistas.

El componente más importante del automóvil es el motor de combustión interna que se desarrolla a partir de la invención del motor a vapor, este se denomina así ya que es capaz de transformar la energía térmica en energía mecánica mediante un proceso de combustión de una mezcla de aire y combustible que se quema interiormente provocando el trabajo mecánico. Este motor es primordial para el óptimo funcionamiento del automóvil.

El paso del tiempo sin duda ha sido uno de los factores más importantes que ha influido en la gran transformación de los primeros modelos del automóvil a los que se conoce actualmente. La estabilidad, la protección, la confiabilidad son algunos de los factores primordiales para la protección del conductor y sus acompañantes. La tecnología avanza a pasos agigantados y cada vez podemos observar como los vehículos evolucionan sin parar.

A raíz de esto los fabricantes e ingenieros expertos en el mercado automotriz se dieron cuenta de la necesidad de implementar automóviles los cuales fueran capaz de tener un alto estándar de calidad, confort y conexión con el medio ambiente.

Se crean nuevos modelos que revolucionan el mercado automotriz, los vehículos que funcionan en base a gasolina pasan a ser algo común con relación a las nuevas tecnologías que abrieron paso a nuevos modelos como los automóviles híbridos, que poseen un motor de combustión interna y uno o varios motores eléctricos, y también debemos considerar los automóviles eléctricos que funcionan proporcionando siempre energía eléctrica.

OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL:

- Estudiar el funcionamiento de los buses BYD modelo K9FE para tener conocimiento básico de la nueva tecnología que circulan.
- Dar a conocer los diferentes sistemas con que operan los buses eléctricos BYD modelo K9FE con objeto de poder estar preparados para trabajar en ellos según se requiera.
- Generar interés por los vehículos propulsados por motores eléctricos para dar paso a la nueva generación de vehículos que se integra al país.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Estudiar cada sistema de los buses para entregar una buena base de información para realizar un plan de mantención.
- Informar acerca del rendimiento y confiabilidad de los buses eléctricos para así poder tener control absoluto del sistema.
- Evaluar si el sistema realmente funciona para las necesidades de la ciudad de Santiago y otras.

CAPITULO 1: HISTORIA BYD Y CARACTERÍSTICAS

1. BYD

Esta compañía fue fundada en 1995, como una empresa enfocada en nuevas energías y tecnología de la información, la cual lideraba en el área de baterías recargables para telefonía móvil abarcando el 70% del mercado global.

En la figura 1-1 se puede apreciar el logo BYD con su lema “BUILD YOUR DREAMS” (del inglés “construye tus sueños”), que da origen al nombre de la marca, busca generar nuevas tecnologías que permitan crear “energía verde”, para disminuir la contaminación, y es con este motivo que incursionaron al área automotriz, donde en 2003 tras adquirir la empresa Qinchuan Vehicle Factory crean BYD auto.

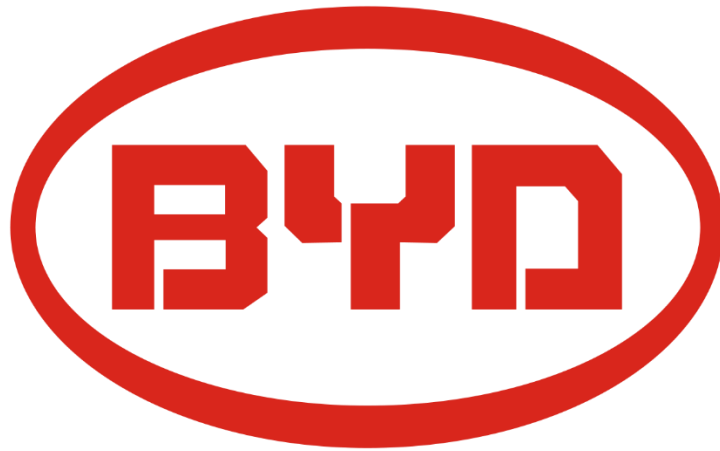


Figura 1-1. Logo BYD

Fuente: <http://en.byd.com>

Desde entonces BYD se enfoca en establecer una fuerte estrategia para hacer de esta empresa una marca global basada en la fabricación de vehículos seguros, confiables, de calidad y capaces de entregar el máximo de confianza a sus usuarios donde el aspecto primordial es el desarrollo e investigación de nuevas tecnologías.

En 2008 fue cuando BYD lanzo el primer vehículo híbrido dual eléctrico que no requería de una estación de carga especial, el cual fue un gran éxito, ya que 2 años después, a principios de 2010 fueron capaces de lanzar el modelo E6, un vehículo 100% eléctrico que obtuvo la aprobación del gobierno para ser utilizado como taxi. Este hecho permitió que en el mismo año fueran capaces de lanzar el bus eléctrico modelo K9FE.

1.1 CARACTERÍSTICAS

El autobús BYD modelo K9FE es un modelo de nueva tecnología, con batería de hierro como fuente de energía y posee una estructuración compleja en los circuitos de alto y bajo voltaje.

1.2 MEDIDAS BÁSICAS DE VEHÍCULO

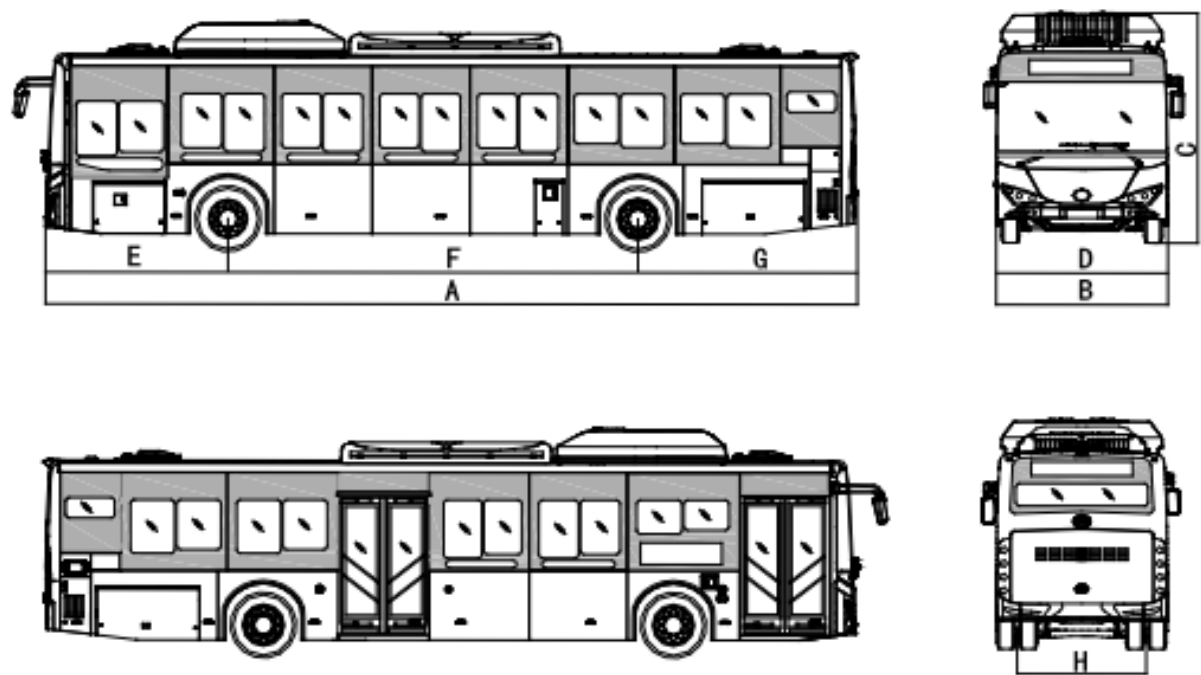


Figura 1-2. Medidas básicas.

Fuente: Manual BYD, bus eléctrico modelo K9FE

1.2.1 **TABLA DE MEDIDAS CONSTRUCTIVAS DEL BUS**

Dimensiones		longitud (A)	12.000 [mm]
		Anchura (B)	2.550 [mm]
		Altura (C)	3.360 [mm]
Distancia entre ruedas		Delantera (D)	2.110 [mm]
		Trasera (H)	1.904 [mm]
Distancias entre ejes (F)		6050 [mm]	
suspensión delantera (E) /suspensión trasera (G)		2,700/3,230 [mm]	
Ángulo de aproximación		7°	
Ángulo de aparte		7°	
Mínima distancia al suelo		140 [mm]	
Mínimo radio de giro		< 12 [m]	
Máxima capacidad de pendiente		≥ 18%	
Tiempo de aceleración 0-50 km/h		≤ 23 [s]	
Altura al suelo de escalera de puerta para pasajeros		350 [mm]/35 [mm]	
Máxima velocidad		60 [Km/h]	
Peso en vacío		12800 [Kg]	
Máxima masa total admisible		18000 [Kg]	
Carga de eje	Sin carga	Eje delantero	4440 [Kg]
		Eje trasero	8360 [Kg]
	Carga plena	Eje delantero	6660 [Kg]
		Eje trasero	11340 [Kg]

Fuente: Manual BYD, bus eléctrico modelo K9FE

1.2.2 **TABLA DE MEDIDAS DE CHASIS**

Motor de Conducción	Modelo	BYD-2912TZ-XY-A
	Tipo	Motor síncrono de imán permanente
	Fabricante	Changsha BYD Automóvil Industry Co. Ltd.
	Ubicación	Motriz de rueda de eje trasero
	Máxima potencia de salida [kW]	150 (x2)
	Máximo torque de salida [N·m]	550 (x2)
	Eje delantero	Eje de piso bajo, viga H integral, tipo de puño final
	Eje trasero	Eje de piso bajo, motriz de rueda
Bastidor		Estructura de armadura plana segmentada de piso bajo
Sistema de suspensión		2+4 suspensión neumática, barra estabilizadora horizontal, amortiguador hidráulico bidireccional tipo cilíndrico
Sistema de dirección		Dirección asistida electro-hidráulica, redirector de bola de recirculación, volante ajustable a cuatro direcciones
Sistema de Freno	Freno de servicio	Freno de aire de doble circuito, frenos de disco delantero y trasero. ABS
	Freno de emergencia	Válvula de control manual de freno de acumulador de resorte
	Freno de estacionamiento	Freno de acumulador de resorte
	Freno auxiliar	Dispositivo de retroalimentación de fuerza de frenado
Operativa nominal de presión depósito de aire		9.5 [kPa]
Carrera libre de pedal de freno		14-20 [mm]
Tiempo de respuesta básico de cámara de freno A		≤ 0.6 [s]
Disco de freno		30 [mm]
Plato de freno		45 [mm]
Neumáticos		275/70 R22.5
Presión de neumático		900 [kPa]
Requisitos de equilibrio dinámico de rueda		100 [g]
Ángulo de extroversión de rueda delantera		0°
convergencia de rueda delantera		1±1 [mm]
Ángulo de introversión de pivote		8.5°
Ángulo de retroversión de pivote		3.5±0.5°

Fuente: Manual BYD, bus eléctrico modelo K9FE

1.3 COMPONENTES EXTERIORES BUS MODELO K9FE

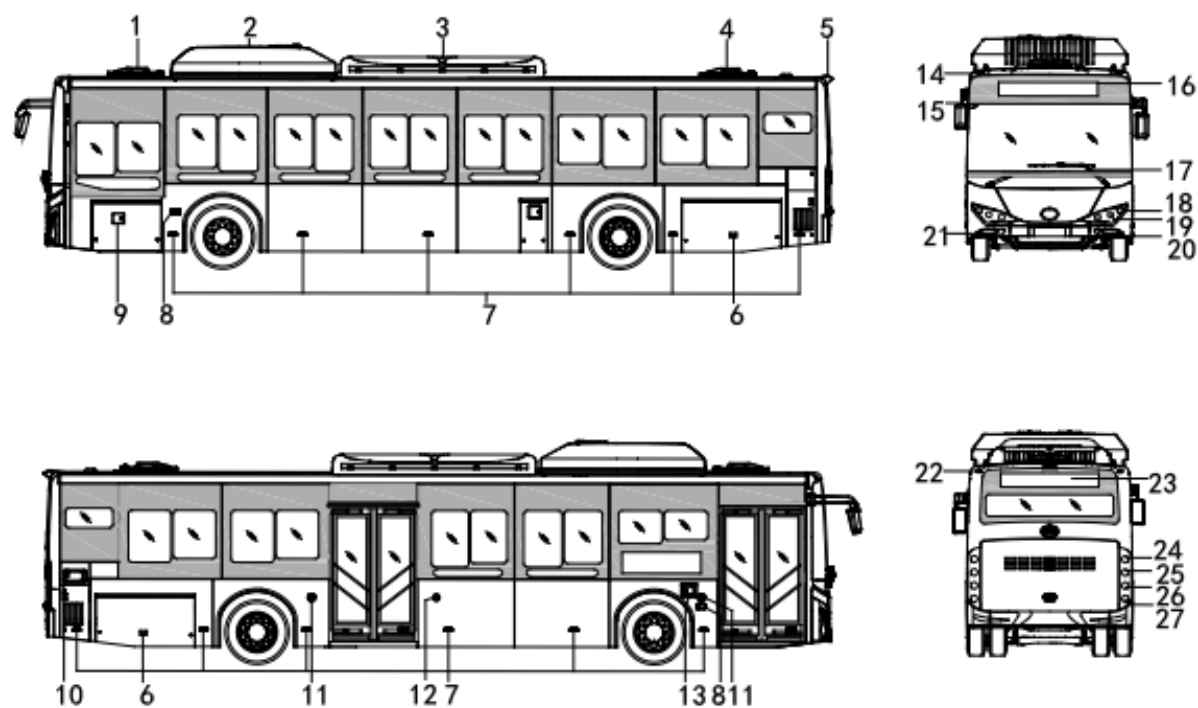


Figura 1-3. Componentes externos

Fuente: Manual BYD, bus eléctrico modelo K9FE

En la figura 1-3 se pueden apreciar los componentes exteriores del bus como podemos observar en la imagen anterior muestran todo el estudio tecnológico y años de investigación para poder crear un bus que sirva tanto para movilizar pasajeros como también proporcionar elementos esenciales para poder mantener los principios e ideales de la empresa y así mismo cumplir con las normas y leyes del país correspondiente. Los componentes que podemos observar son:

- 1. Tragaluzes de seguridad delantero
- 2. Paquete de baterías superior
- 3. Aire acondicionado
- 4. Tragaluzes de seguridad trasero
- 5. Cámara de visión trasera
- 6. Paquete de baterías inferior

7. Luz de posición lateral
8. Intermitente de giro lateral
9. Interruptor general de alimentación
10. Puerto de carga
11. Interruptor de válvula de emergencia externa
12. Botón de advertencia de abordaje de discapacitados
13. Interruptor exterior de puerta delantera
14. Luz de posición delantera
15. Retrovisor
16. Placa indicadora electrónica delantera
17. Limpiaparabrisas
18. Luz de posición/intermitente de giro
19. Luz corta delantera
20. Luz larga delantera
21. Luz antiniebla delantera
22. Luz de posición trasera
23. Placa indicadora electrónica trasera
24. Luz de posición de freno
25. Intermitente de giro trasero
26. Luz de retroceso
27. Luz antiniebla trasera

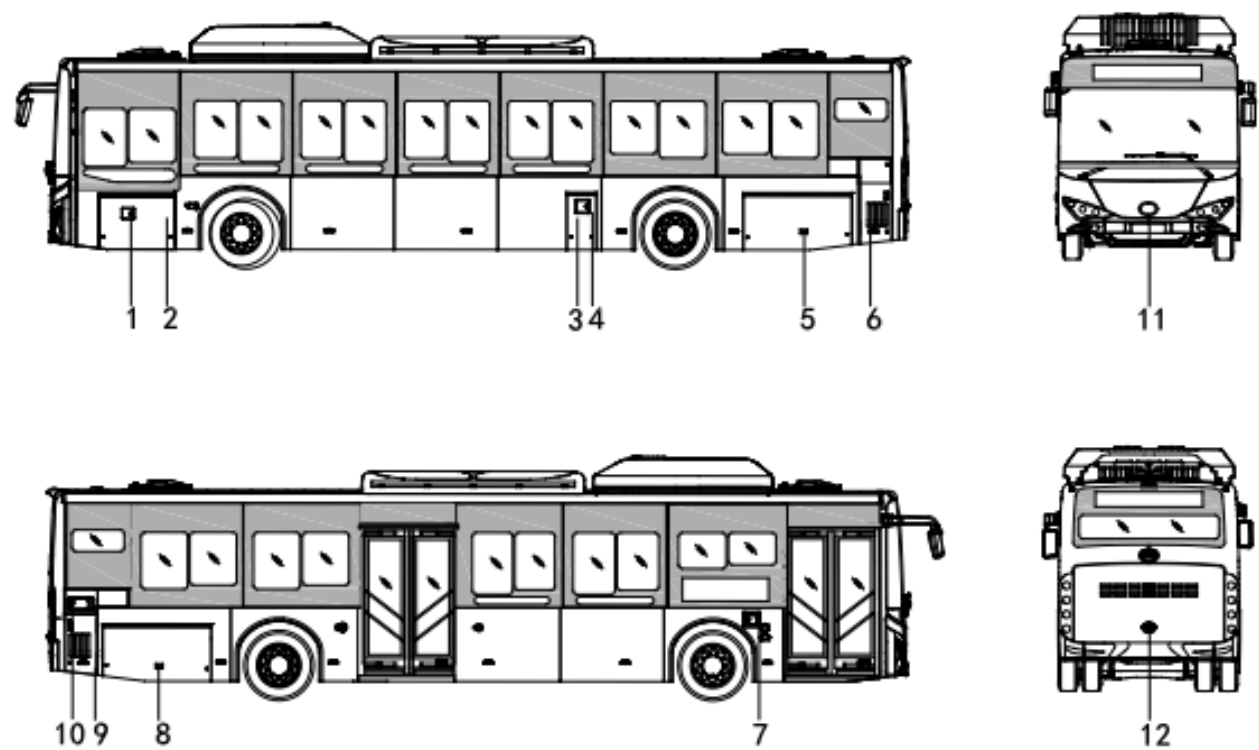


Figura 1-4. Componentes externos

Fuente: Manual BYD, bus eléctrico modelo K9FE

- 1. Puerta de compartimiento de interruptor general de alimentación
- 2. Puerta de compartimiento de caja de distribución
- 3. Puerta de compartimiento de tanque de combustible
- 4. Puerta de compartimiento de boca de llenado
- 5. Puerta de compartimiento de paquete de baterías izquierdo
- 6. Puerta de compartimiento de parrilla térmica izquierda
- 7. Puerta de compartimiento de botón de interruptor de puerta delantera
- 8. Puerta de compartimiento de paquete de baterías derecho
- 9. Puerta de compartimiento de parrilla térmica derecha
- 10. Puerta de compartimiento de puerto de carga rápida
- 11. Capó de compartimiento delantero
- 12. Puerta de compartimiento trasero

A través de la puerta de compartimiento de interruptor general de alimentación se puede desconectar y cerrar el interruptor general de alimentación, la puerta de compartimiento de caja de distribución sirve para revisar el módulo de gestión de alimentación, la batería y otros componentes.

La puerta de compartimiento de tanque de calefacción junto con la puerta de compartimiento de boca de llenado se ubican muy juntas en la parte media del bus, donde la primera se puede revisar el tanque de calefacción y a través de la otra puerta se puede llenar el combustible.

Las puertas de paquete de baterías izquierda y derecha facilitan la revisión de la batería de energía en el bastidor. En las puertas de los compartimientos de parrilla térmica izquierda y derecha se pueden revisar el ventilador de refrigeración.

En la parte delantera del bus se encuentra el botón de interruptor de puerta delantera, con este botón se puede operar la puerta delantera en el exterior.

En la parte trasera del bus y junto a la puerta del compartimiento trasero está el puerto de carga donde se puede cargar la batería de energía del vehículo, en el compartimiento trasero se puede tirar y cerrar el interruptor de mantenimiento, revisar la caja de distribución de alto voltaje, controlador de motor, controlador de CC y motor auxiliar, llenar refrigerante y otros componentes.

1.4 TRASPORTE PÚBLICO

A lo largo del tiempo el ser humano ha desarrollado distintas formas de transportarse y movilizarse a donde desee llegar de un punto “A” a un punto “B”, es por esto que también ha desarrollado diversas formas de lograrlo, las cuales han evolucionado a través de los siglos, logrando un avances en la historia.

Hoy en día existen muchas formas de transporte como un automóvil, un bus, un tren, aviones, barcos entre otros. Se estima que existen 1.350 millones de vehículos en el planeta tierra. En Chile, solo en la ciudad de Santiago, la región Metropolitana, se ubica el 41.5% del total circulando por el país, equivalente a más de 4.168.980 Vehículos según los estudios realizados por el Instituto Nacional de Estadísticas (INE).

A principios del año 2007, el 10 de febrero se dio punta pie inicial al nuevo y prometedor Transantiago, en la región Metropolitana, actualmente existen siete empresas concesionarias, las que operan el sistema: Alsacia, Buses Vule, Subus Chile, Express de Santiago Uno, Metbus, Redbus Urbano y STP. Estas empresas intentan reemplazar a las

antiguas y mayor mente reconocidas micros amarillas, cambiando los modelos de los buses e implementando nuevas tecnologías ampliando así el comercio. Fue tanta la proyección y propaganda realizada para promocionar el sistema Transantiago que dejó una alta expectativa de su funcionamiento.



Figura 1-5. Transantiago.

Fuente: <http://administracionytransportes.cl>

Los nuevos recorridos y líneas creadas por este nuevo sistema causaron un gran problema para la comunidad, más de 2.500.000 personas se trasladan diariamente por este sistema de transporte público.

A 11 años de iniciado el sistema aun están sin lograr las promesas de un transporte público de calidad, sustentable y sin subsidios. La realidad actual por lo contrario, los costos de los buses aumentan, la evasión es alta, los indicadores de calidad empeoran y el subsidio estatal es enorme y creciente.

Esto provoca una serie de consecuencias para las empresas viéndose en la necesidad de implementar e investigar formas de solucionar los problemas que presenta el sistema Transantiago, es por eso que la empresa Metbus, fijó su objetivo en las nuevas energías y fuentes renovables. Comienzan ahí las investigaciones, pruebas y estudios para poder realizar los mismos recorridos con un menor costo de operación y mayor eficiencia.



Figura 1-6. Logotipo METBUS.

Fuente: <http://metbus.cl>

Metbus es una empresa que ha efectuado importantes inversiones en la renovación de su flota, la implementación, mejoramiento de sus terminales y el funcionamiento de sus estructuras internas, han sido efectivas para poder combatir las necesidades de los pasajeros. Actualmente la empresa cuenta con aproximadamente más de 928 buses de alto estándar.

Junto con la empresa China BYD logran llegar a un acuerdo, como se puede apreciar en la Figura 1-7 implementando ideales de una energía renovable llegando a implementar una nueva gama de buses en las cuales se estaba trabajando.



Figura 1-7. Firma de contratos Metbus, BYD, Enel.

Fuente: <http://administracionytransportes.cl>

1.5 MISIÓN BYD

El gran objetivo que desea llevar a cabo Metbus es aumentar la capacidad y desarrollo de sus buses, es por esto que implemento un plan piloto de un bus 100% eléctrico, este bus estuvo a prueba un año siendo conducido y administrado para y por la municipalidad de Santiago, luego de esto al ver el resultado de aquello se hace una gran inversión por parte de estas empresas, contempla la oferta de paquetes para adquirir buses, instalaciones de carga y consumo de electricidad a operadores del Transantiago.

BYD a través de su vicepresidenta puso a disposición buses 100% eléctricos y certificados con las normas y leyes del gobierno de Chile, además se logró un importante acuerdo con la empresa Chilectra, colocando puntos de carga a lo largo y ancho de la ciudad en puntos específicos.

1.6 DESCRIPCIÓN GENERAL MODELO K9FE

1.6.1 SEGURIDAD DE VEHÍCULO

Este vehículo electrónico se proyecta sobre los años para poder obtener la mayor tecnología posible siendo los pioneros en nuevas tecnologías y en energía limpia.

Este bus posee un sistema de doble circuito, alarma en caso de fugas de energía eléctrica para poder evitar daños en el sistema completo del bus y su funcionamiento dado el alto nivel tecnológico de sus componentes. Además de esto está equipado con un dispositivo de extinción automática en caso de algún corto circuito o fuego en los compartimientos trasero y de batería. En cada una de las puertas se encuentran interruptores de emergencia para pasajeros tanto en la delantera como en las puertas traseras, cabe decir que a pesar de tener la mayor seguridad posible, si llegase a fallar los interruptores de emergencia, existen los tragaluz de seguridad que cumplen una doble función, donde entra la mayor cantidad de luz de día posible hacia el pasillo del bus y además poseen un dispositivo que permite evacuar o ser usado para un posible escape en caso de emergencia entre otros dispositivos que se encuentran en este modelo K9FE.

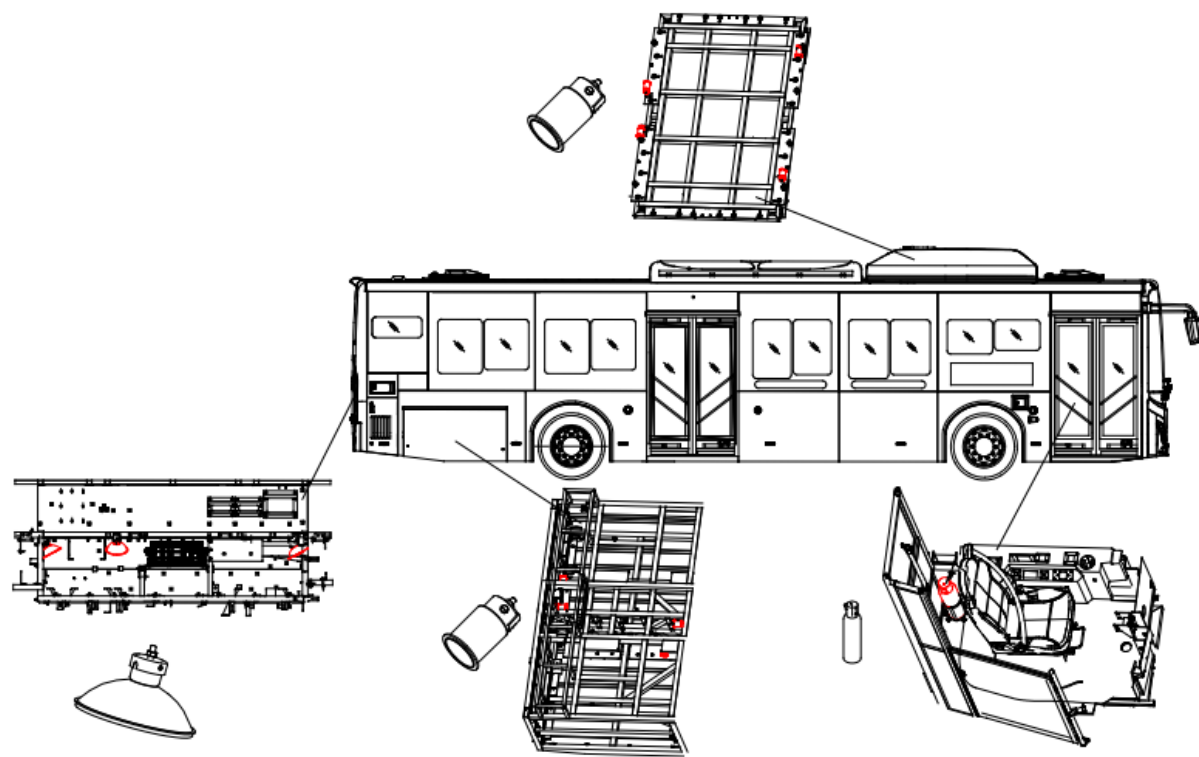


Figura 1-8. Disposición de dispositivos de extinción.

Fuente: Manual BYD, bus eléctrico modelo K9FE

1.6.2 **PUNTOS DESTACADOS DE VEHÍCULO**

Este adopta la tecnología líder en el mundo de tracción de ruedas, la máxima potencia del motor de tracción de rueda es de 150kWx2, máximo torque de 550Nmx2. En la figura 1-9 se puede apreciar la tecnología independiente desarrollada por BYD ha desarrollado un sistema de energía de baterías de hierro de alta densidad de energía, alta densidad de potencia, y alta seguridad.

Junto con el desarrollo de nueva tecnología podemos encontrar uno de los procesos de freno regenerativo: durante el frenado del bus el motor genera la electricidad de retroalimentación convirtiendo la energía cinética en energía eléctrica, y la almacena en la batería de energía, para mejorar la seguridad de marcha y la distancia de recorrido.

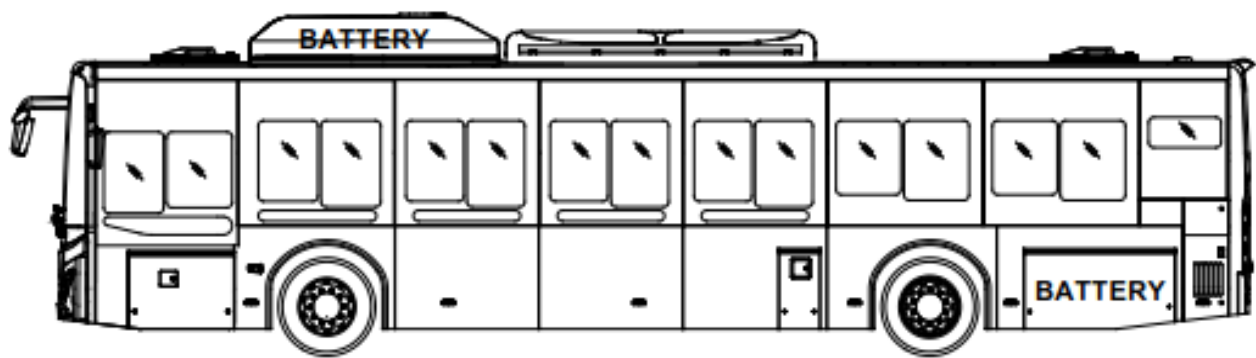


Figura 1-9. Disposición de baterías de carga.

Fuente: Manual BYD, bus eléctrico modelo K9FE

Como se puede observar el bus utiliza el sistema de comunicación de CAN Bus, logrando la gestión y el mantenimiento inteligente del vehículo.

Las grandes comodidades del vehículo lo califican como uno de los buses de locomoción colectiva con más confort y tecnología que circulan en la ciudad de Santiago. Dentro de las comodidades podemos encontrar el sistema de suspensión neumática que logra ajustar la altura del vehículo cuando se le sea necesario.

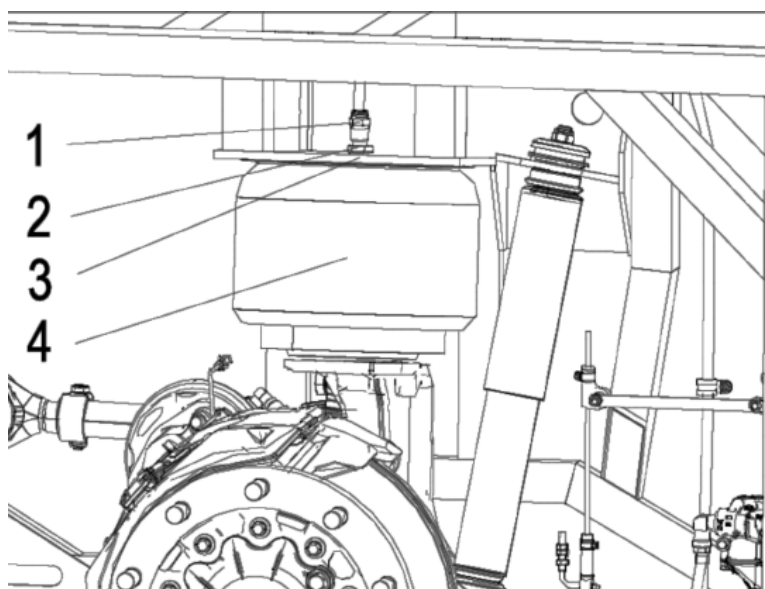


Figura 1-10. Esquema sistema de Suspensión.

- 1. Junta de tubo de inserción rápida
- 2.Tuerca delgada hexagonal
- 3.Bandeja de muelle neumático delantero
- 4.Muelle neumático delantero

Fuente: Manual BYD, bus eléctrico modelo K9FE

En la Figura 1-11 se aprecian las cámaras de seguridad al interior del bus incluyendo una cámara de retroceso y el sistema de monitoreo facilitara la operación del conductor.



Figura 1-11. Disposición cámaras internas de puertas.

Fuente: <http://administracionytransportes.cl>

1.6.3 **ESTRUCTURACIÓN MODELO K9FE**

Como podemos imaginar cada país, ciudad o pueblo tiene distintas leyes y normas las cuales deben obedecer las grandes empresas del mundo automotriz, así mismo debe cumplir con los requisitos a nivel mundial de estándar y seguridad. En relación con los buses que se ubicaran en la ciudad de Santiago y luego en un futuro en las regiones del país podemos encontrar que la capacidad de pasajeros que puede transportar es mucho más significativa con respecto a los buses que circulan en la actualidad llegando a la cifra de 85 pasajeros, dentro de estos solo 33 pasajeros sentados.

Para poder otorgar la mayor comodidad posible los ingenieros analizaron y estudiaron maneras de poder satisfacer las necesidades y preocupaciones de las personas que ocuparan el transporte público a diario, logrando varios avances a nivel tecnológico

para así poder tener uno de los buses más completos. En los días de extremo calor o en los días de bajas temperaturas se podrá utilizar el aire acondicionado incorporado en el vehículo, otro de las ventajas de este bus es poder contar con puerto USB en cada uno de los asientos disponibles para así poder hacer uso de estos cuando se lo necesite. Ver Figura 1-12.

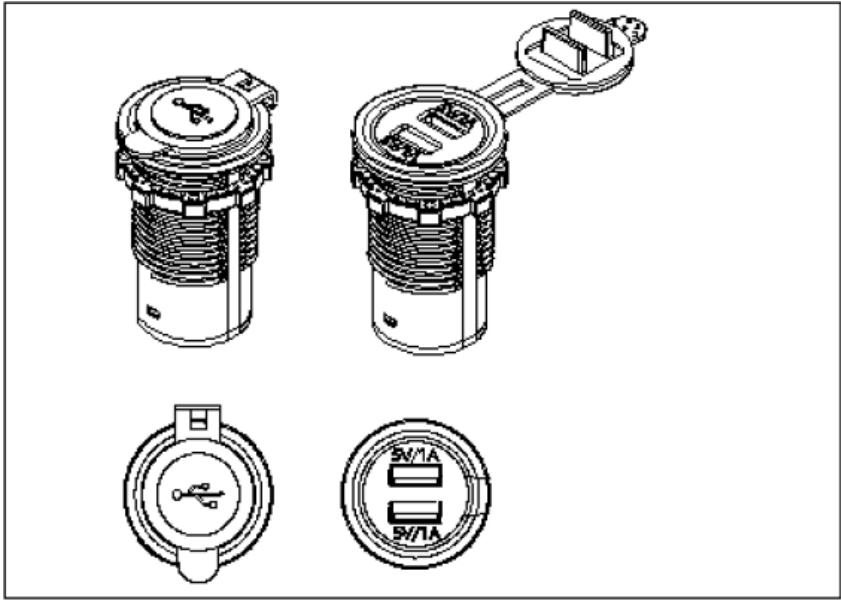


Figura 1-12. Puerto USB de 3[V].

Fuente: Manual BYD, bus eléctrico modelo K9FE

El diseño de los antiguos buses poseen un piso escalonado por sectores los cuales la mayoría de las veces pueden provocar un accidente, ya que en oportunidades de mucha demanda se utilizan como asientos impidiendo el lujo de los pasajeros o simplemente pueden causar caídas a medida que el bus continua su recorrido, es por ello que se diseñó un modelo de piso baja creando un solo nivel para poder mejoras el servicio a entregar evitando posibles accidentes en el transcurso de viajes.

Otras de las preocupaciones de pasajeros, familiares de personas con dificultades al caminar, gente en silla de ruedas y padres, es el problema a la hora de abordar el bus, ya que no siempre las veredas ni calles están en buen estado y muchas veces las ramplas no se encuentran en condiciones de uso, es por esto y como se puede observar en la Figura 1-13, se diseñó una rampa automática capaz proporcionar la mejor oportunidad para poder abordar el vehículo.



Figura 1-13, Rampa para minusválidos.

Fuente: <http://administracionytransportes.cl>

CAPITULO 2: COMPONENTES Y DATOS TÉCNICOS

2. SISTEMAS DE SEGURIDAD

Los sistemas de seguridad presentes en el bus se conforman de conjuntos de nuevas tecnologías implementadas para poder lograr la mayor seguridad posible con respecto al uso diario y mantenimiento adecuado.

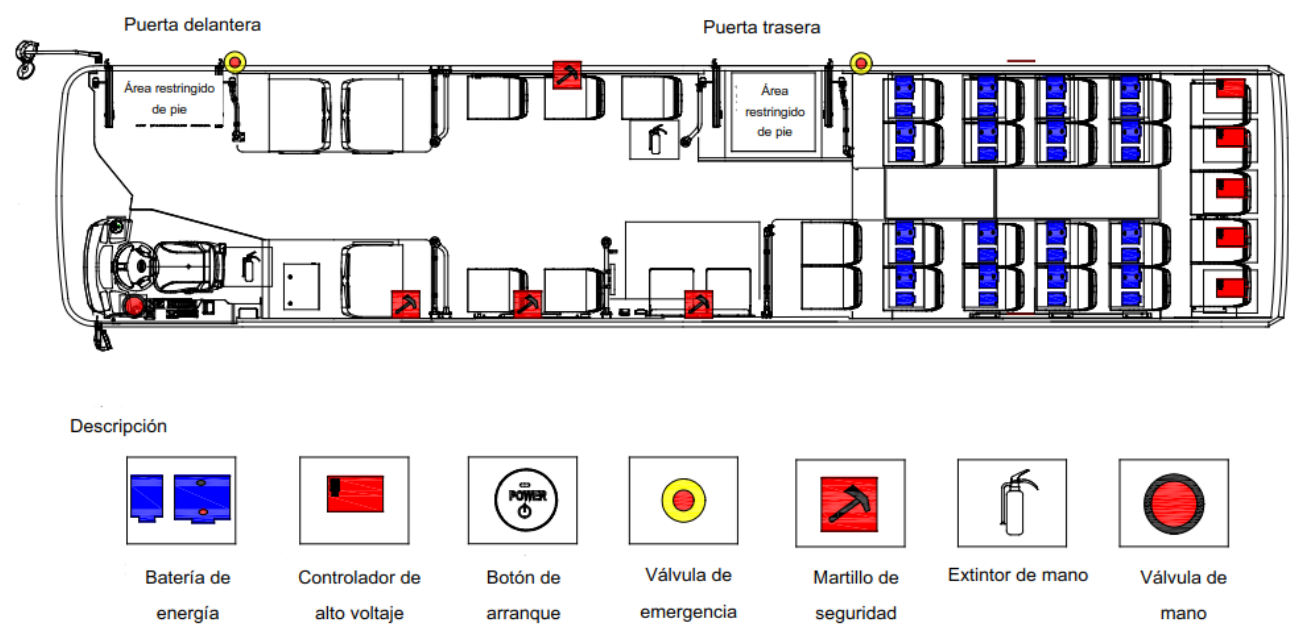


Figura 2-1. Disposición de salidas de emergencias y de alto voltaje.

Fuente: Manual BYD, bus eléctrico modelo K9FE

2.1.1 SISTEMA DE EXTINCIÓN

El dispositivo de extinción automática se puede activar en casos de emergencias eléctricas, fugas de energía e incendios, este se activa automáticamente a una temperatura de 175 [°C]. Se encuentra montado en la posición del sub-salpicadero.

Este consta de tres indicadores, (1) indicador amarillo de falla, (2) indicador rojo de retroalimentación, (4) indicador verde de alimentación. También posee un botón de arranque manual (3) en caso de falla del sistema o una inminente emergencia.

Para poder ver la disposición de la ubicación de los dispositivos de extinción automática ver Figura 1-5.

El funcionamiento normal cuando se está energizado el sistema, el indicador de alimentación permanece encendido. Cuando ocurra una emergencia o varias a la misma vez en el vehículo, el zumbador sonará y el indicador de alarma se encenderá, el dispositivo de extinción del área correspondiente se activará. Cuando los dispositivos de extinción eliminan los riesgos de incendios se recomienda siempre evacuar a todos los pasajeros del lugar para poder hacer una inspección visual de la situación, en caso de una inminente reanudación de la emergencia se debe proceder a utilizar los dispositivos de extinción manual, extintor de polvo seco.

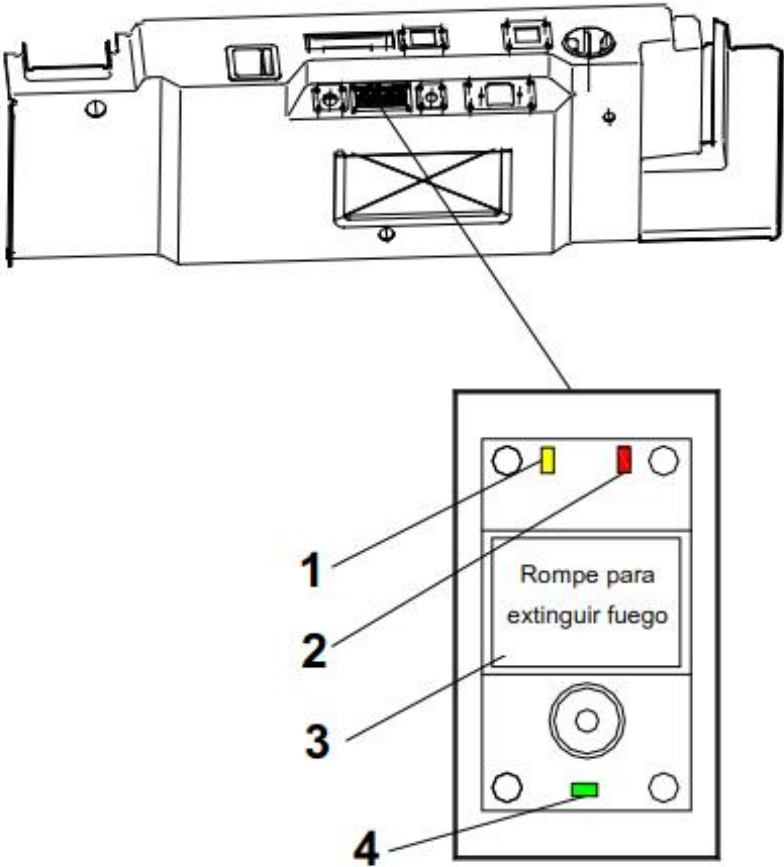


Figura 2-2. Disposición de control de extintor automático.

Fuente: Manual BYD, bus eléctrico modelo K9FE

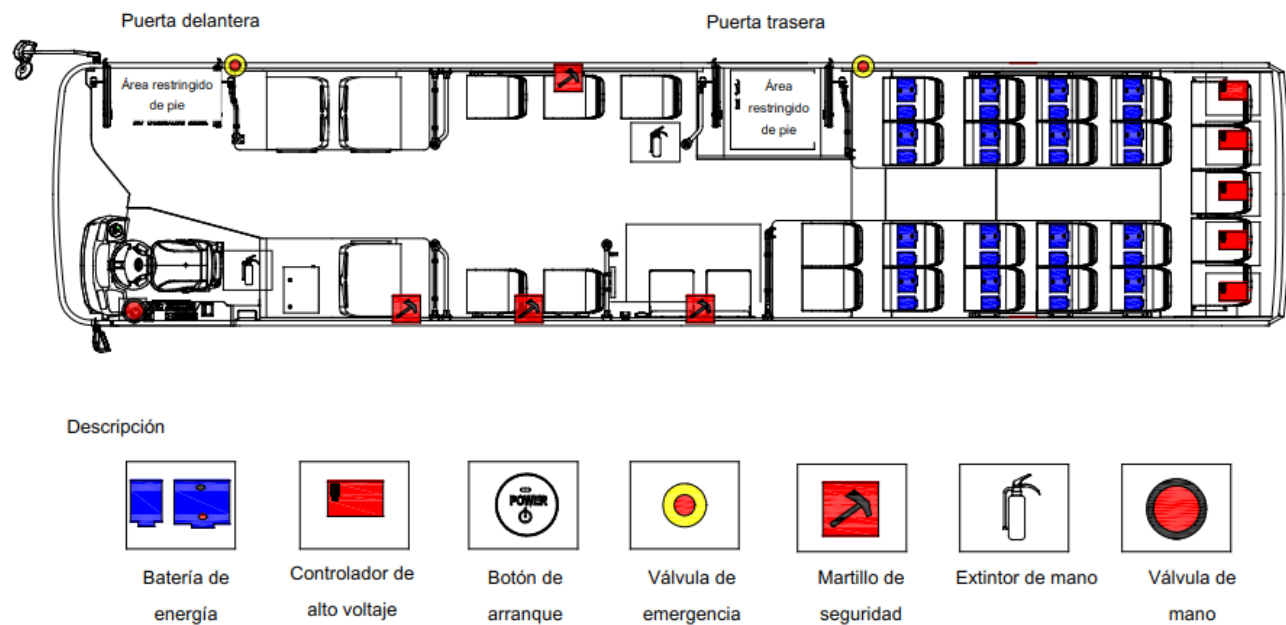


Figura 2-3. Disposición de extintor manual.

Fuente: Manual BYD, bus eléctrico modelo K9FE

2.1.2 **CINTURON DE SEGURIDAD**

El asiento del conductor posee un cinturón de tres puntos. En caso de emergencia o colisión el retractor presente en el cinturón de seguridad se bloqueará, una vez se solicite salir del vehículo se debe mover hacia adelante lentamente, luego volver a la posición inicial y presionar el botón "PRESS" que se ubica en el extremo de anclaje al asiento.



Figura 2-4. Disposición de cinturón de seguridad.

Fuente: Manual BYD, bus eléctrico modelo K9FE

2.1.3 **VÁLVULA DE EMERGENCIA**

En el caso de alguna situación de emergencia donde se necesite evacuar a los pasajeros el conductor tiene a disponibilidad una válvula de emergencias ubicada en la parte posterior del panel de izquierdo como se puede ver en la Figura 2-5 la cual puede mover la palanca de la válvula hacia arriba a su estado de desconectado, una vez que ocurre esto los pasajeros pueden abrir las puertas manualmente.

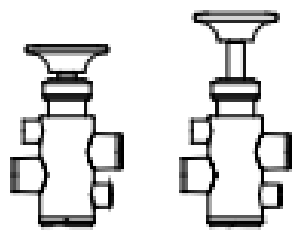


Figura 2-5. Válvula conectada y desconectada.

Fuente: Manual BYD, bus eléctrico modelo K9FE

Los pasajeros de igual forma pueden abrir las puertas utilizando las válvulas de emergencia cerca de cada puerta del vehículo; también existe la posibilidad de poder abrir las puertas desde el exterior por medio de una manilla.

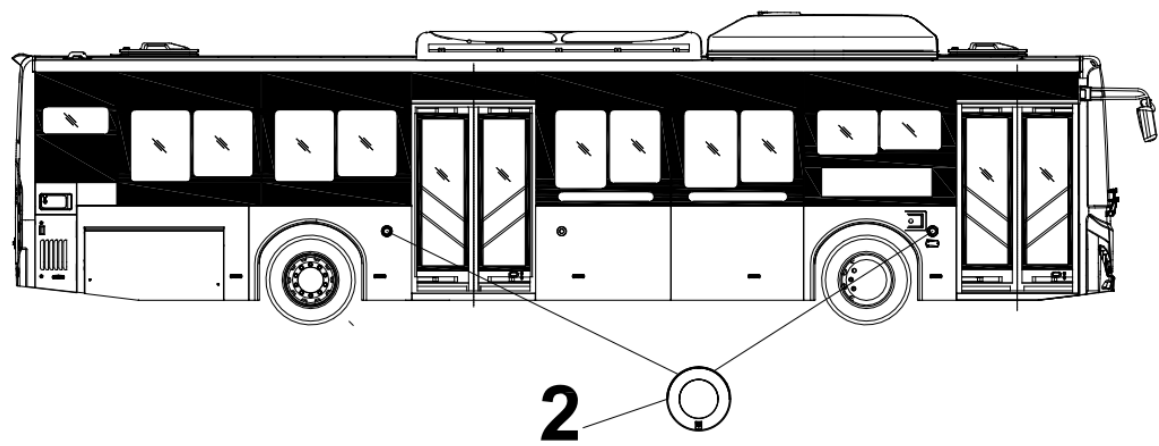


Figura 2-6. Manillas ubicadas en el exterior.

Fuente: Manual BYD, bus eléctrico modelo K9FE

Esta manilla se debe girar a 90° para poder abrir las puertas, luego de la evacuación de los pasajeros y la verificación de ninguna situación de emergencia se debe nuevamente poder la manilla en la posición inicial para recién conectar el aire para hacer uso normal.

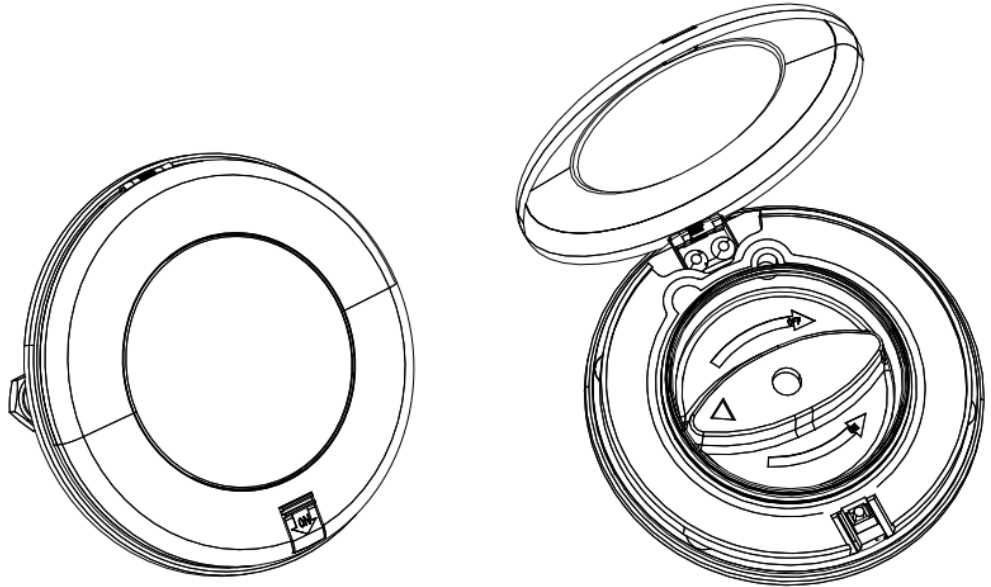


Figura 2-7. Manillas Exteriores.

Fuente: Manual BYD, bus eléctrico modelo K9FE

2.1.4 **FIJACIÓN DE SILLA DE RUEDAS**

La fijación de la silla de ruedas se encuentra equipado en la mitad del vehículo, este también formado por un retractor en el respaldo para la silla de ruedas.

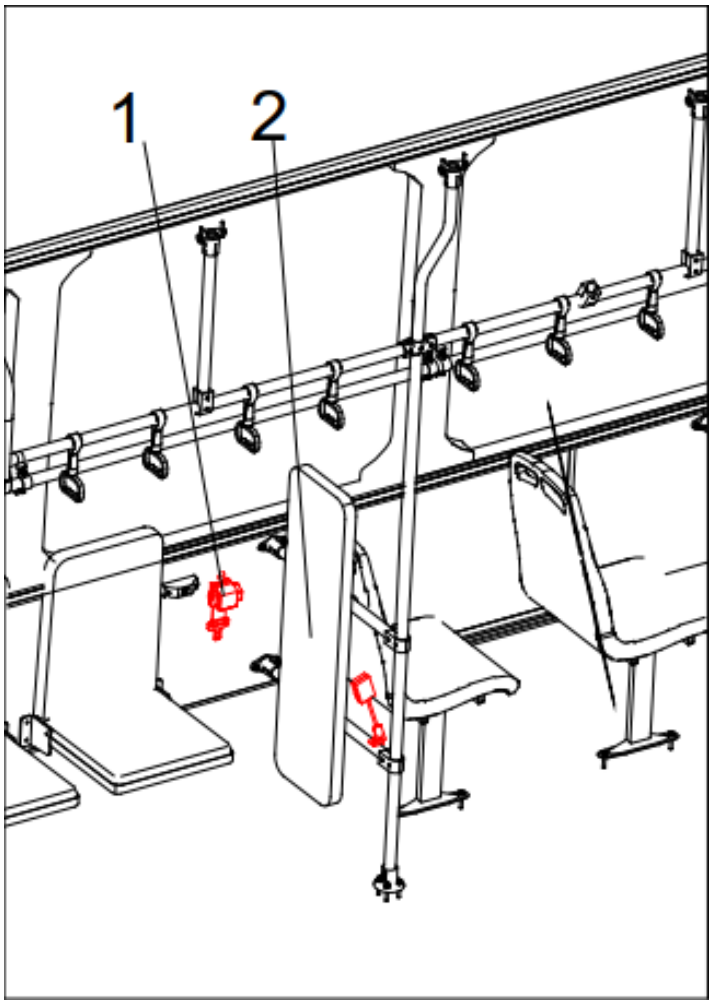


Figura 2-8. Disposición del dispositivo de retractor (1) y anclaje de cinturón (2).

Fuente: Manual BYD, bus eléctrico modelo K9FE

2.1.5 **TRAGALUCES DE SEGURIDAD**

El tragaluz de seguridad se encuentra en la parte superior del vehículo, para hacer ingreso de aire y ventilación. En caso de emergencia lo primero que hay que hacer es retirar la cubierta protectora de la perilla (1), girar la perilla (2), luego de esto con ambas manos apoyadas correctamente en el tragaluz se debe ejercer fuerza hacia arriba para poder extraer este mismo. Ver Figura

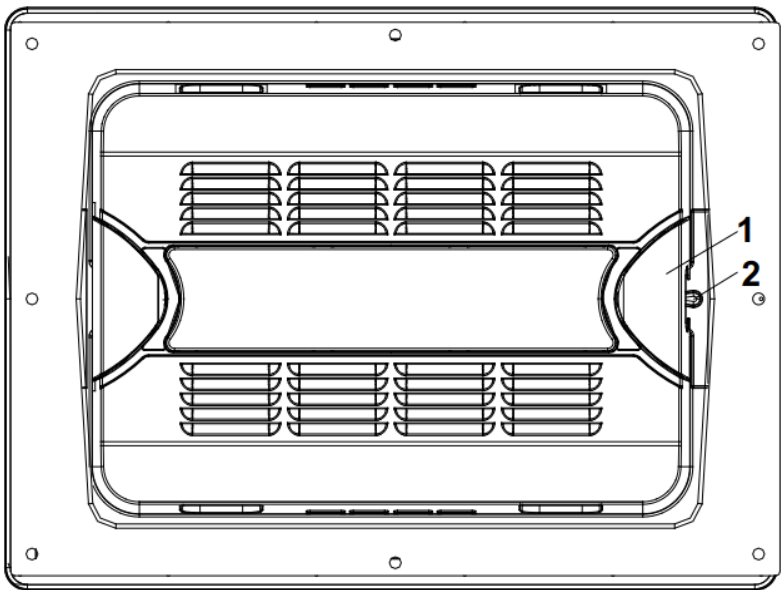


Figura 2-9. Tragaluces de emergencia.

Fuente: Manual BYD, bus eléctrico modelo K9FE

2.1.6 MARTILLO DE SEGURIDAD

En la figura 2-10, se puede apreciar la disposición de los martillos de emergencia en el vehículo, estos se encuentran cubiertos por una envoltura plástica para evitar la manipulación inadecuada de estos. Son cuatro los martillos de seguridad en la parte frontal del bus.

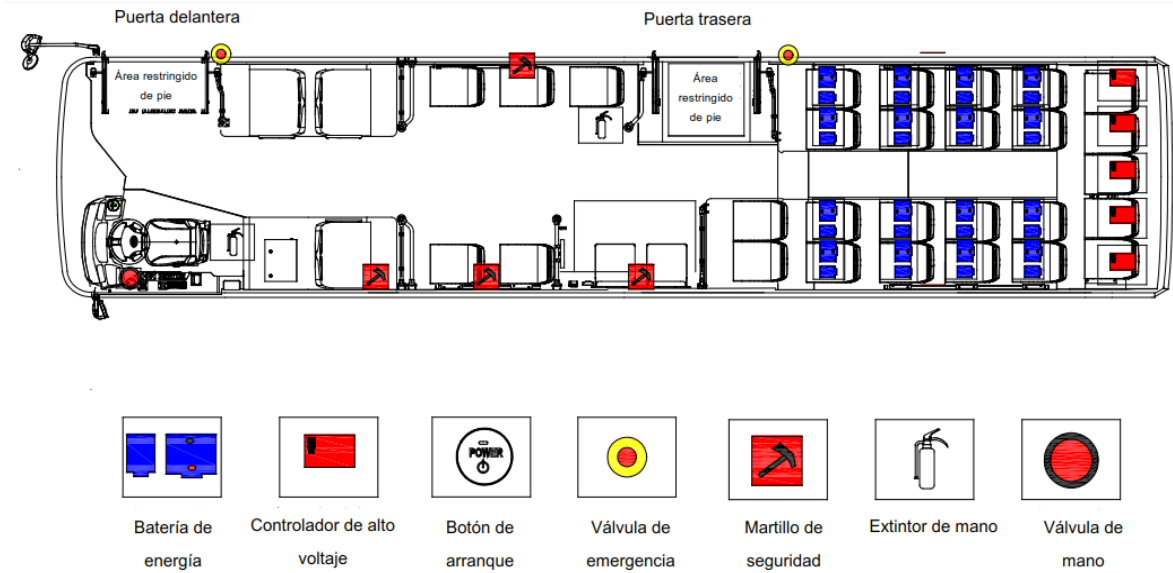


Figura 2-10. Disposición de martillos de seguridad.

Fuente: Manual BYD, bus eléctrico modelo K9FE

2.2 **ÁREA DE CONDUCCIÓN**

El área de conducción está formada por cuatro secciones el panel de control (1), panel de funciones principales (2), compartimiento de equipos electrónicos delantero (3) y el área de control (4).

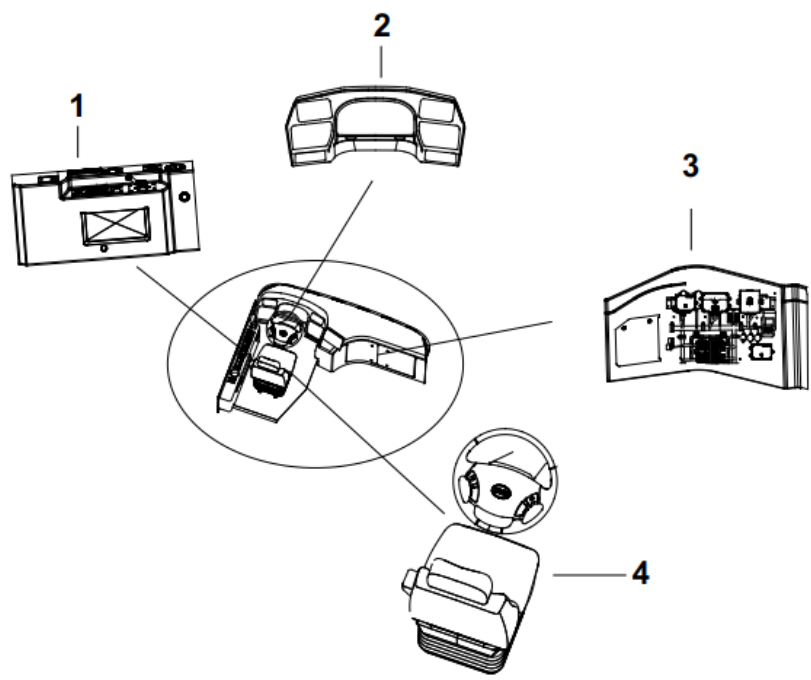


Figura 2-11. Área de conducción

Fuente: Manual BYD, bus eléctrico modelo K9FE

2.2.1 **PANEL DE CONTROL**

Como se puede apreciar en la figura 2-12. Se observa la gran cantidad de dispositivos que conforman el área del panel de control.

- 1. Anunciador de estaciones
- 2. Interruptor de cancelación de retroalimentación de freno
- 3. Controlador de placa indicadora
- 4. Interruptor de tragaluz de seguridad
- 5. De reserva
- 6. Perilla de desempañador
- 7. Portavasos

- 8. Puerto de carga USB
- 9. Bolsa de red
- 10. Interruptor de extintor automático
- 11. Conjunto de válvula de freno de mano
- 12. Válvula de mano
- 13. DVR en vehículo
- 14. Panel de aire acondicionado

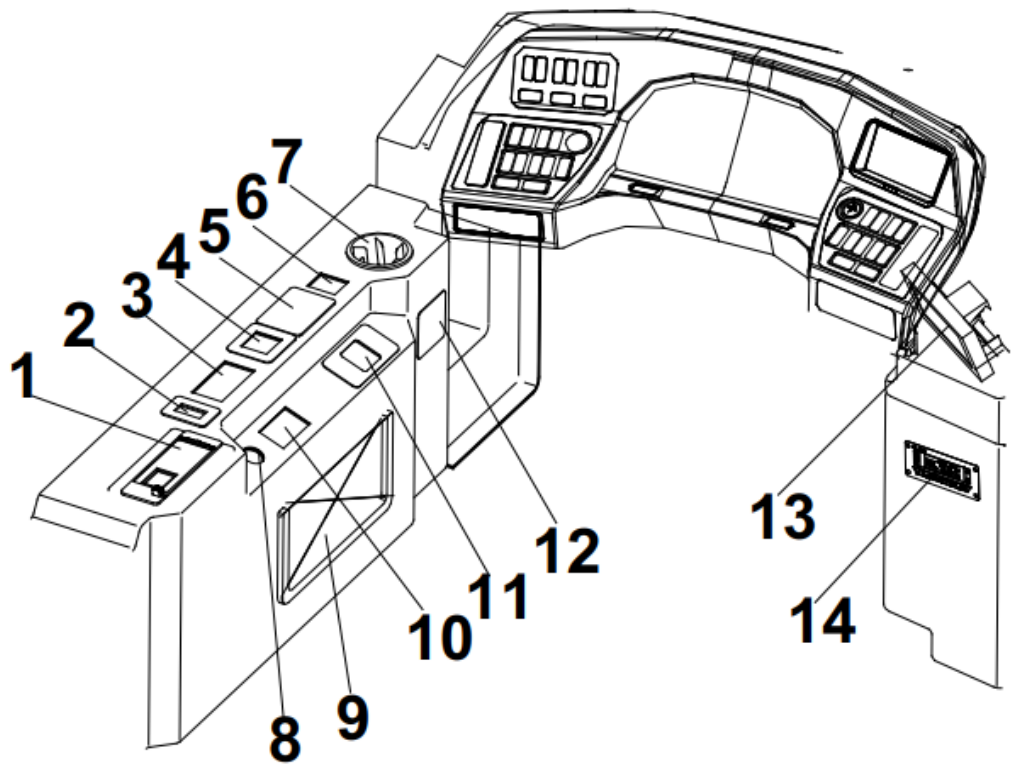


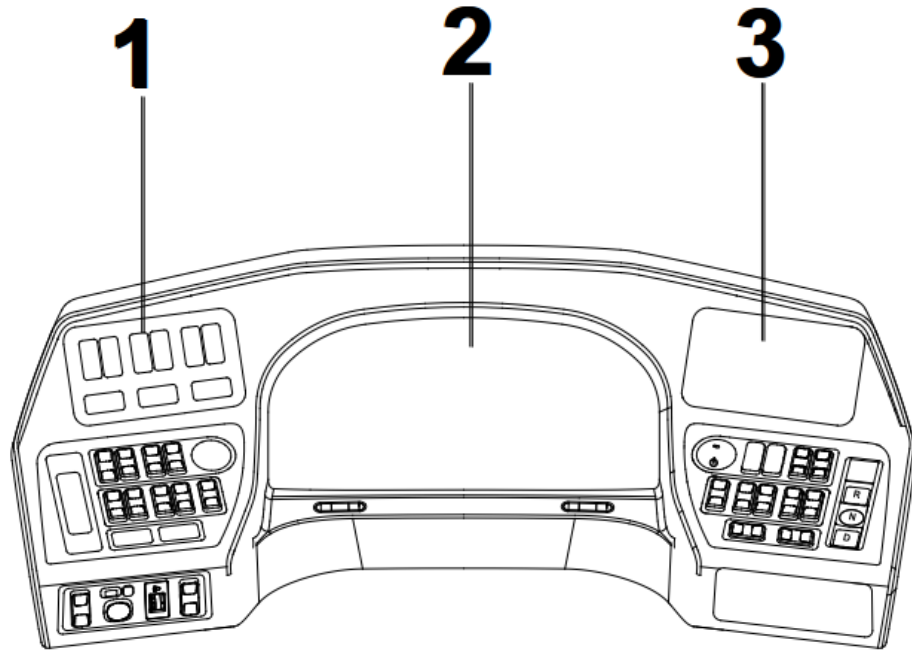
Figura 2-12. Área del panel de control.

Fuente: Manual BYD, bus eléctrico modelo K9FE

2.2.2 CONJUNTO DE INSTRUMENTOS Y MANDOS PRINCIPALES

Este panel de funciones principales posee 25 elementos que ayudan al vehículo, al conductor y al pasajero poder llevar un viaje en las mejor condiciones posibles.

- 1. Área de interruptores de reserva
- 2. Instrumentos inteligentes
- 3. Pantalla de monitor



Área de interruptores de reserva (1), instrumentos inteligentes (2), pantalla de monitor (3)

Figura 2-13. Panel de control.

Fuente: Manual BYD, bus eléctrico modelo K9FE

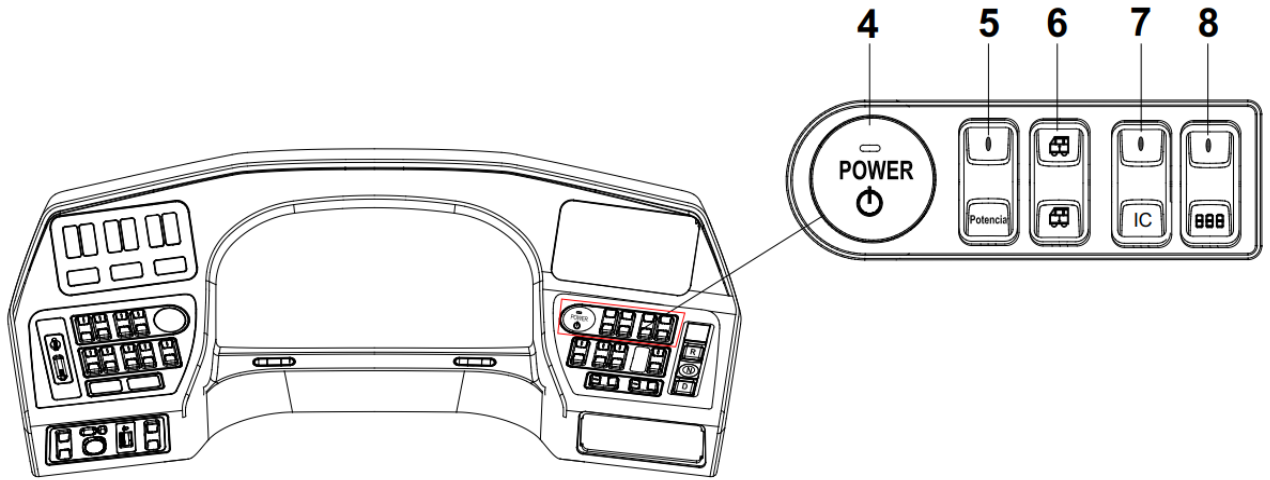
4. Interruptor "POWER": Si presiona este botón se conecta al circuito de alto voltaje, solo cuando la señal de freno es detectada, es por esto que una vez presionado este botón se enciende el motor del vehículo.

5. Interruptor de alimentación de multimedia: Posee dos posiciones, para activar los dispositivos multimedia presentes en el bus como cámaras interiores y exteriores, el interruptor debe estar en posición "OK".

6. Interruptor de ajuste de altura ascenso y descenso: Este interruptor se encuentra conectado con el sistema de suspensión el cual permite al conductor poder lograr el ascenso y descenso del chasis del vehículo para poder facilitar el ingreso y salida de los pasajeros.

7. Interruptor de máquina de tarjeta IC: Cuando se pulsa el interruptor, la máquina de tarjeta IC funcionará; cuando se desconecta el interruptor, la máquina de tarjeta IC dejará de funcionar.

8. Interruptor de placa indicadora electrónica: Cuando está activado el interruptor, la placa indicadora estará funcionando y cuando este desconectado la placa indicadora se mantendrá apagada.



Interruptor “POWER” (4), interruptor de alimentación de multimedia (5), interruptor de ajuste de altura (6), interruptor de máquina de tarjeta IC (7), interruptor de placa indicadora electrónica (8)

Figura 2-14. Interruptores del Panel de control.

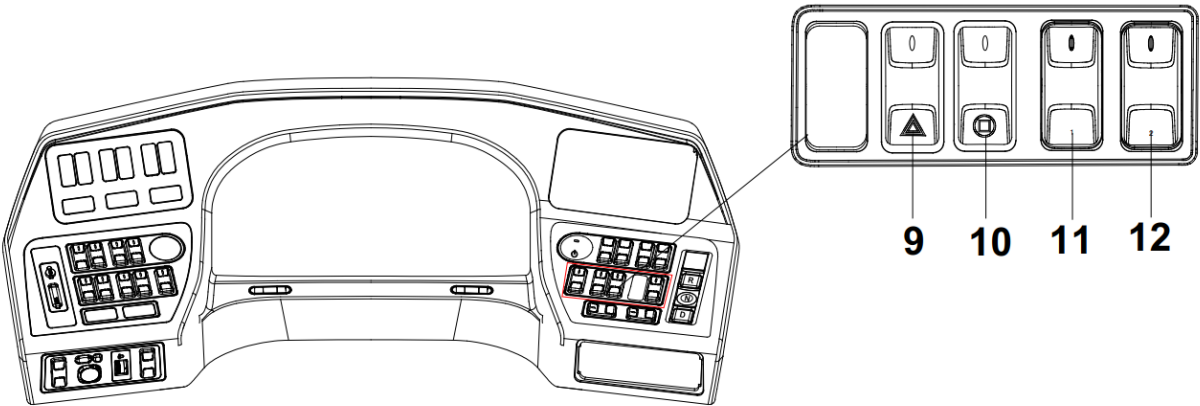
Fuente: Manual BYD, bus eléctrico modelo K9FE

9. Interruptor de alarma de emergencia: Si se activa este interruptor todas las luces intermitentes de giro parpadean, así mismo si se desactiva dejan de parpadear.

10. Interruptor de máquina tragamonedas: Para hacer buen uso de este interruptor se debe pulsar el interruptor y la maquina comenzara a funcionar.

11. Interruptor de puerta delantera: Cuando se pulsa el interruptor hacia abajo se abre y cuando se pulsa hacia arriba se cierra la puerta delantera.

12. Interruptor de puerta trasera: Al igual que la puerta delantera este interruptor tiene el mismo procedimiento.

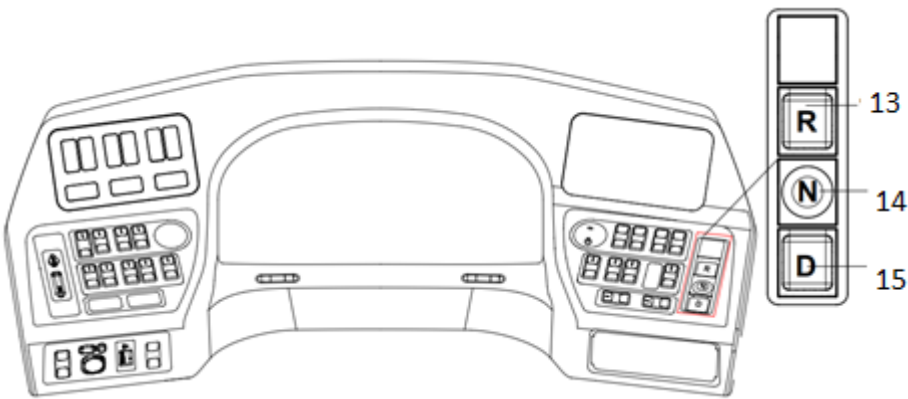


Interruptor de alarma de emergencia (9), interruptor de máquina tragamonedas (10), interruptor de puerta delantera (11), interruptor de puerta trasera (12)

Figura 2-15. Interruptores del Panel de control.

Fuente: Manual BYD, bus eléctrico modelo K9FE

- 13. Interruptor de cambio R: Interruptor de reversa para caja automática.
- 14. Interruptor de cambio N: Interruptor de nutro para caja automática.
- 15. Interruptor de cambio D: Interruptor de delantera para caja automática.



Interruptor de cambio R (13), interruptor de cambio N (14), interruptor de cambio D (15)

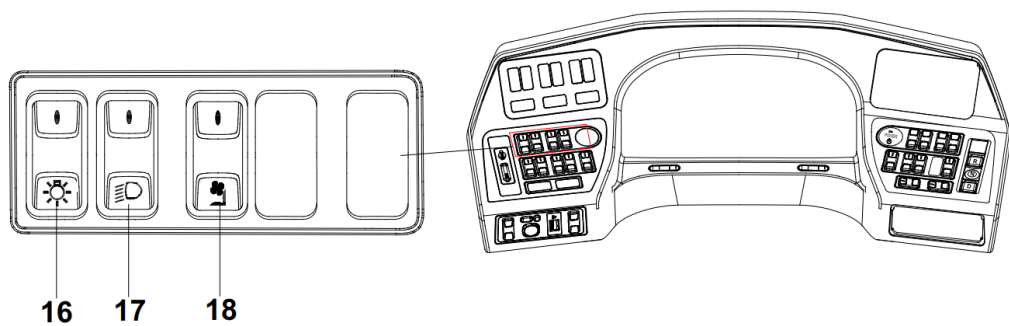
Figura 2-16. Interruptores de caja de cambios automática.

Fuente: Manual BYD, bus eléctrico modelo K9FE

16. Interruptor general de iluminación: Cuando se activa este interruptor la luz de fondo de los interruptores, luz de posición y otras pequeñas luces en el vehículo se encienden, y viceversa cuando se desactiva.

17. Interruptor de luz baja: Este interruptor sirve para poder activar las luces bajas del bus.

18. Interruptor de ventilador de conductor: Este una vez activado proporciona al conductor el uso del ventilador.



Interruptor general de iluminación (16), interruptor de luz baja (17), interruptor de ventilador de conductor (18)

Figura 2-17. Interruptores de iluminación.

Fuente: Manual BYD, bus eléctrico modelo K9FE

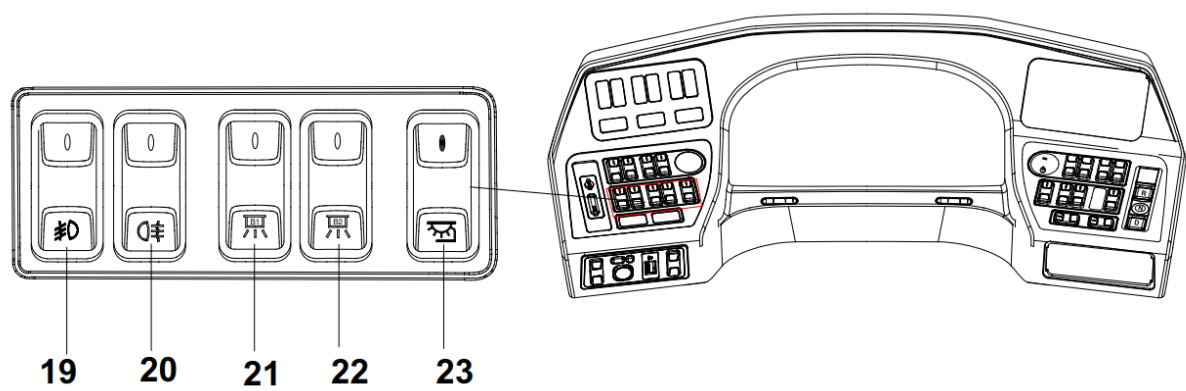
19. Interruptor de luz antiniebla delantera: Como lo dice su nombre gracias a este interruptor se hace uso a las luces antiniebla en caso que las condiciones climáticas lo requieran.

20. Interruptor de luz antiniebla trasera: Al igual que las luces antiniebla delanteras estas se utilizaran cuando se le sea necesario.

21. Interruptor de luz interior 1: Este una vez accionado iluminará todas las cajas de publicidad al interior del bus.

22. Interruptor de luz interior 2: Encargado de dar iluminación completa en el interior del vehículo.

23. Interruptor de luz de conductor: La luz del conductor se encenderá y desactivará con este interruptor.



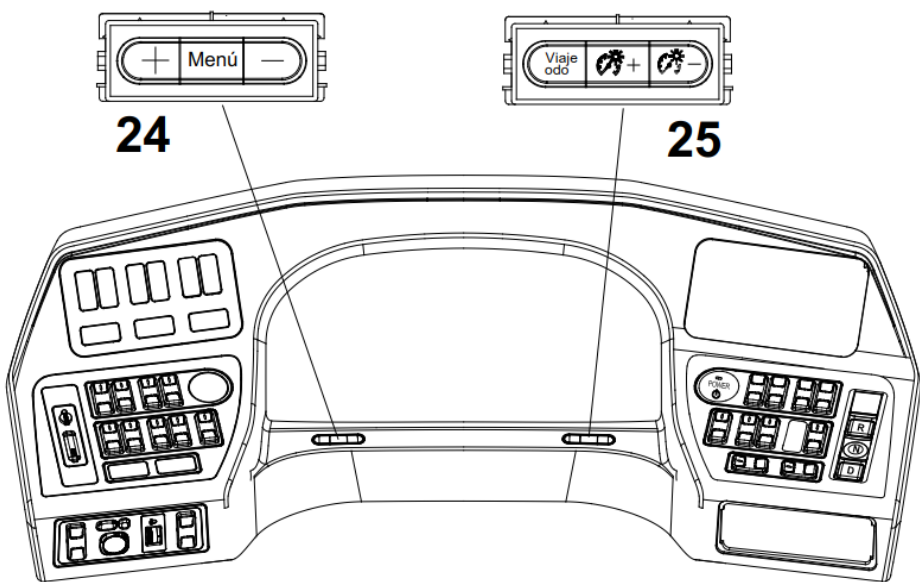
Interruptor de luz antiniebla delantera (19), interruptor de luz antiniebla trasera (20), interruptor de luz interior 1 (21), interruptor de luz interior 2 (22), interruptor de luz de conductor (23)

Figura 2-18. Interruptores de iluminación interior.

Fuente: Manual BYD, bus eléctrico modelo K9FE

24. Grupo de interruptores pequeños I: Posee tres mini interruptores botón "+", "Menú" y "-". El botón "Menú" sirve para configurar el idioma, unidad de instrumentos y restaurar la configuración de fábrica; con los botones "+" y "-" se puede seleccionar las alternativas del menú.

25. Grupo de interruptores pequeños II: También como en el caso anterior este consta de tres botones, el conmutador de kilometraje, botón de luz de fondo de instrumentos "+" y botón de luz de fondo de instrumentos "-"



Grupo de interruptores pequeños I (24), grupo de interruptores pequeños II (25)

Figura 2-19. Grupo de interruptores pequeños.

Fuente: Manual BYD, bus eléctrico modelo K9FE

2.2.3 INSTRUMENTOS COMBINADOS

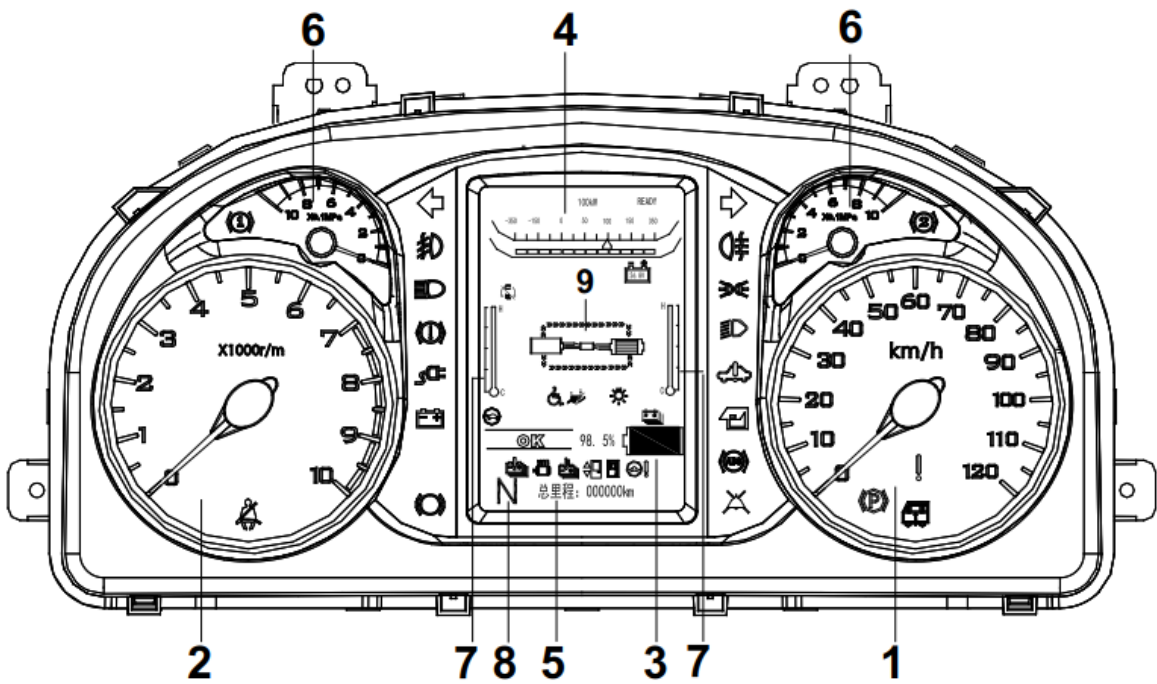


Figura 2-20. Tablero de instrumentos.

Fuente: Manual BYD, bus eléctrico modelo K9FE

De todos los instrumentos que podemos tener en los instrumentos de control del conductor podemos observar alguno de los más importantes. El velocímetro (1), Tacómetro de motor (2), medidor de energía de batería (3) que indica o muestra la energía restante de la batería del vehículo, medidor de potencia (4) indica en KW la potencia de salida del vehículo; cuando el bus marcha cuesta abajo o por inercia, el flujo de energía es inverso, fenómeno normal. Odómetro (5) kilometraje total del vehículo, Barómetro (6), cuando está en estado energizado este indica el valor de presión en el sistema de freno del vehículo, en funcionamiento normal el valor no debe ser inferior a 7.5 [bar] (los instrumentos emitirán una alarma si la presión es demasiado baja). Termómetro de refrigerante (7), Cambio de Caja (8), indica el cambio utilizado por el conductor "N", "R" o "D". Diagrama de flujo de energía (9), si la flecha se dirige de la batería al motor, indica que la batería del vehículo se está descargando, si la flecha se dirige de motor a batería, indica que está en modo de retroalimentación.

2.3 INDICADORES DE FALLA DE INSTRUMENTOS

El vehículo dado su alto nivel tecnológico, consta con sistemas de alarma por si existe algún problema o emergencia para cada uno de los sistemas presentes, estas son capaces de poder entregar la información necesaria para que el conductor, mecánico o técnico que verifique estas fallas sepa a qué lugar dirigirse, siempre apoyándose en los manuales de fábrica.

2.3.1 SISTEMA DE FRENOS

Uno de los sistemas más importantes presente en el vehículo es el sistema de frenado que posee y es por esto que siempre es necesario poder hacer una mantención necesaria y tener en óptimas condiciones los sistemas que alimentan al sistema de frenado. Cuando la alimentación del bus está en estado "OK" y la presión de frenado está por debajo de lo normal, se encenderá el indicador de falla del sistema de frenado.

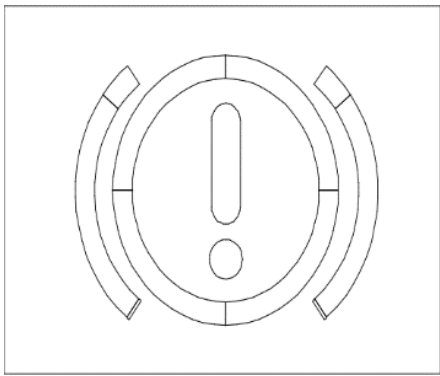


Figura 2-21. Indicador de falla del sistema de frenado.

Fuente: Manual BYD, bus eléctrico modelo K9FE

2.3.2 **SOBRECALENTAMIENTO DE MOTOR Y CONTROLADOR**

Una vez se encienda este indicador, indica que la temperatura del motor es demasiado alta, por lo cual se debe detener el vehículo y enfriar el motor. Los factores que pueden forzar a un sobrecalentamiento del sistema son:

- 1. Exceso de circulación en clima de extremo calor.
- 2. En condiciones de trafico como parada y marcha, aceleración y frenado frecuentes, o situación de funcionamiento a largo tiempo de vehículo sin descanso.

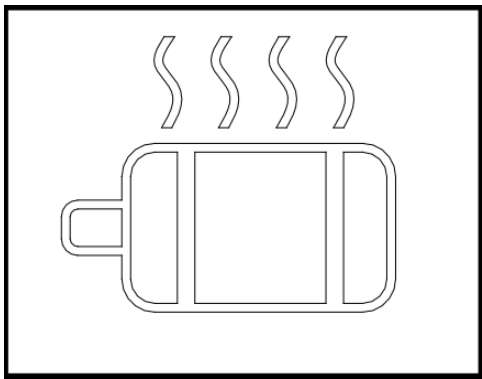


Figura 2-22. Indicador de falla de sobrecalentamiento.

Fuente: Manual BYD, bus eléctrico modelo K9FE

2.3.3 **ALARMA DE DISCO DE FRICCIÓN**

Este indicador de alarma se enciende cuando los discos de fricción del sistema de freno están en situación anormal. En este caso debe revisar si los discos de fricción en los cubos de ejes delantero y trasero están funcionando normalmente. El espesor de un plato de freno nuevo es de 45 [mm], el espesor límite de desgaste es de 37 [mm] y se debe reemplazar todos el juego de discos.

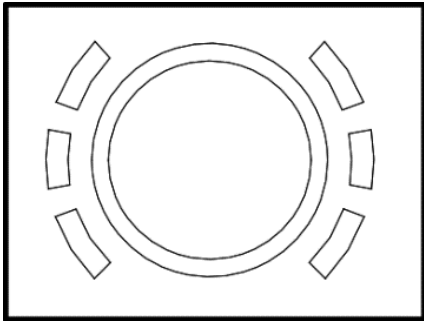


Figura 2-23. Indicador de disco de fricción.

Fuente: Manual BYD, bus eléctrico modelo K9FE

2.4 **OPERACIÓN Y CONDUCCIÓN**

Este punto nos muestra los elementos básicos y tecnológicos necesarios para poder hacer uso y operación del vehículo.

2.4.1 **BATERÍA DE ENERGÍA**

Las baterías de energía se encuentran en dos posiciones, en la suspensión trasera y el techo del vehículo. Las baterías se cargan por el gabinete de carga, durante el frenado y deslizamiento por inercia del vehículo, se puede cargar también por el motor.

Las grandes diferencias en los hábitos de la conducción como la aceleración y deceleración frecuente, bajas temperaturas, situaciones especiales de tráfico y otros afectan en la variación de rendimiento del kilometraje total que logra el bus en su recorrido. A demás las operaciones de carga y descarga son primordiales para mantener su rendimiento.

2.4.2 **LLAVE INTELIGENTE**

Son dos partes que componen esta llave, la llave manual y el control inteligente forman la llave que el conductor debe portar para poder operar el vehículo. Esta llave puede ser operada con un radio de 20 [m] de distancia.

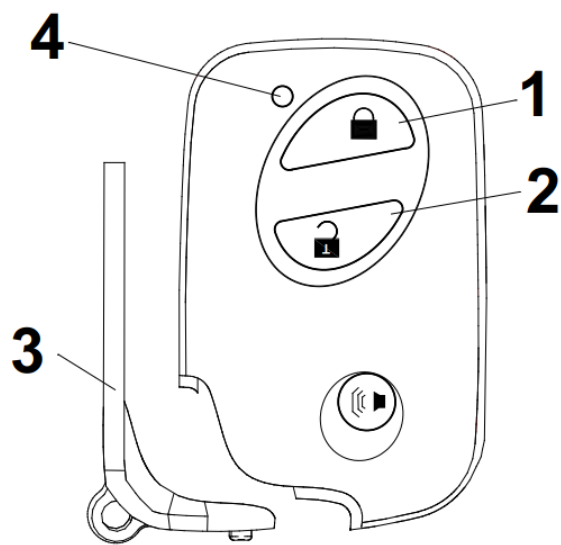


Figura 2-24. Llave inteligente.

Fuente: Manual BYD, bus eléctrico modelo K9FE

En este control podemos ubicar cuatro elementos que ayudan al funcionamiento del mismo. Cerrar puerta delantera (1), abrir puerta delantera (2), llave mecánica (3), indicador led (4).

2.4.3 **ARRANQUE Y CONDUCCION**

En la operación y conducción del vehículo debemos tener en cuenta los procedimientos que se deben realizar para la previa puesta en marcha de este. Como todo procedimiento mecánico lo primero que se recomienda hacer es una revisión visual de los elementos que podemos observar fácilmente al interior y exterior del bus. Este procedimiento se realizara previo a la energización del vehículo, esta revisión de

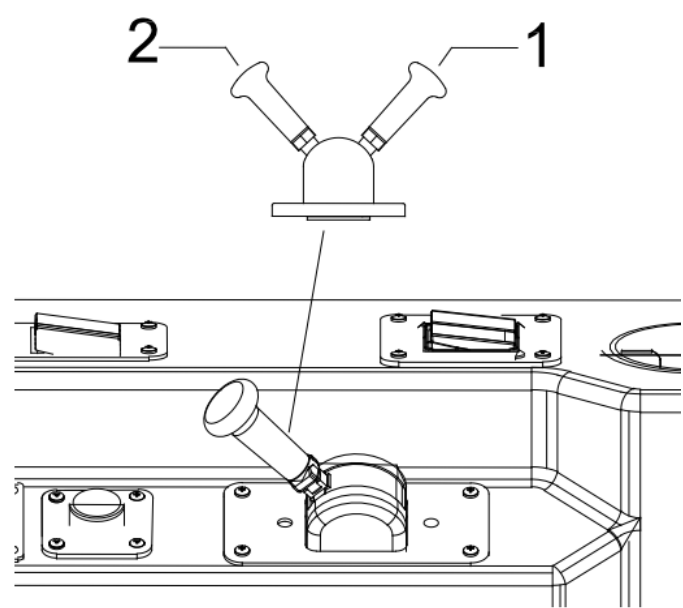
seguridad ayudara a mantener cada uno de los elementos presentes en buen estado para el uso diario de los recorridos realizados.

En el compartimiento trasero son cuatro los elementos a los cuales se debe realizar una previa revisión. El nivel de refrigerante y el nivel de líquido de dirección se deben encontrar entre las escalas máxima y mínima, revisar arneses de alto y bajo voltaje para evitar daños o desconexión. A demás revise si el interruptor de mantenimiento está en el estado cerrado.

El exterior del vehículo consta de seis elementos que se deben revisar antes de energizar el sistema. Neumáticos, tuercas de rueda, se revisan conjuntamente para evitar algún tipo de emergencia en recorrido, la presión de los neumáticos, cortes, daños o desgaste excesivo sumado al apriete correcto de las tuercas son esenciales para evitar accidentes. Las tuberías de freno se deben revisar por posibles fugas o conexiones flojas. otros elementos a revisar y que son esenciales para el funcionamiento es la batería y el interruptor general de alimentación, en el caso de la batería se debe verificar si los terminales se encuentran en buenas condiciones y sin corrosión y el interruptor debe encontrarse en estado cerrado.

En el interior del vehículo el único punto a revisar y el más importante es el estado del pedal de freno, en este se deber revisar si tiene suficiente carrera libre.

Después de arrancar el vehículo el compresor infla las tuberías de freno y otras tuberías neumáticas, estas deben tener una presión de 750-900 [KPa], luego de esto debe presionar el pedal de freno para poder liberar el conjunto de válvula de freno de mano. La válvula de freno de mano tiene dos posiciones, cuando desee estacionar el vehículo, mueva la palanca de posición "1" a "2" así mismo para iniciar la marcha, la palanca se moverá de la posición "2" a "1" para liberar el freno de manos.



Freno de mano liberado (1), freno de manos activado (2)

Figura 2-25. Freno de manos.

Fuente: Manual BYD, bus eléctrico modelo K9FE

Cuando el compresor funciona por algún tiempo, la presión de aire llega al valor normal de 5.5 [Bar], solo cuando el conjunto de válvula de freno de mano está liberado, y el indicador de freno de estacionamiento esté apagado, se podría iniciar la marcha del vehículo

Cuando la presión del sistema es menor a 5.5 [Bar] el freno de estacionamiento funcionará automáticamente, si desea mover el vehículo, presionar la válvula de liberación de freno de estacionamiento para liberar este mismo.

2.4.4 **CARGA**

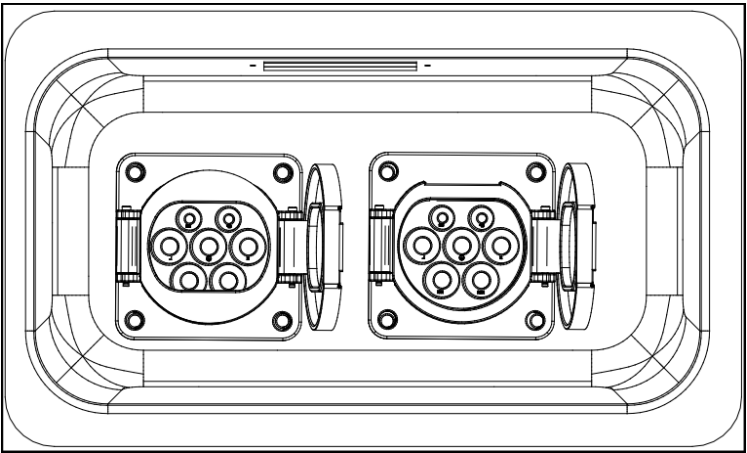


Figura 2-26. Puerto de carga.

Fuente: Manual BYD, bus eléctrico modelo K9FE

El sistema de carga se compone de dos puertos de carga de CA, si el medidor de energía parpadea, es para indicar que debe cargar el vehículo, durante la carga, debe levantar el conjunto de válvula de freno de mano, sin excepción los pasajeros y el conductor deben abandonar la máquina para hacer conexión de las pistolas de carga.

El tiempo de carga completa del vehículo es de 3h-4h. El tiempo de carga real variará dependiendo de la capacidad de suministro de energía de los dispositivos de carga.



Figura 2-27. Sistema de carga.

Fuente: Manual BYD, bus eléctrico modelo K9FE

2.4.5 **TABLA DE CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS DEL CARGADOR:**

Voltaje de entrada nominal	380 VAC 3-phase
Corriente de entrada	≤126 [A]
Potencia de entrada	≤80 [kW]
Frecuencia	50 [Hz]
Voltaje de salida	380 VAC 3-phase
Corriente de salida	≤126 [A]
Potencia de salida	≤80 [kW]
Tipo de conector de carga	GB/T 20234-2012

Fuente: Manual BYD, bus eléctrico modelo K9FE

2.4.6 **TABLA DE CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL CARGADOR:**

Longitud	690 [mm]
Ancho	400 [mm]
Altura	200 [mm]
Cantidad de conectores de carga	2
Largo de cable de carga	3 [m]
Modo de fijación	Montado en la pared

Fuente: Manual BYD, bus eléctrico modelo K9FE

CAPITULO 3: SISTEMAS PRESENTES

3 SISTEMA DE PROPULSIÓN

El sistema de propulsión es el sistema más importante que se encuentra en el vehículo, este entrega la funcionabilidad de bus en su totalidad y permite cumplir con normalidad todos los trayectos necesarios que recorre el vehículo, para esto también se debe tener en cuenta los protocolos de mantención y uso respectivos para el buen funcionamiento de este sistema.

Estos vehículos poseen 2 motores eléctricos de tipo sincrónico, que no poseen escobillas, ya que funciona a base de electromagnetismo. Estos motores poseen un estator trifásico, los cuales a través de la suma vectorial de los campos magnéticos generan energía suficiente que se transmite al rotor permitiendo que este gire y pueda transmitir dicho movimiento a la rueda en que esta acoplado el motor. La capacidad máxima de torque de salida del motor es de 550 [N·m x2] y la máxima potencia de salida de motor es de 150 [kW x2].

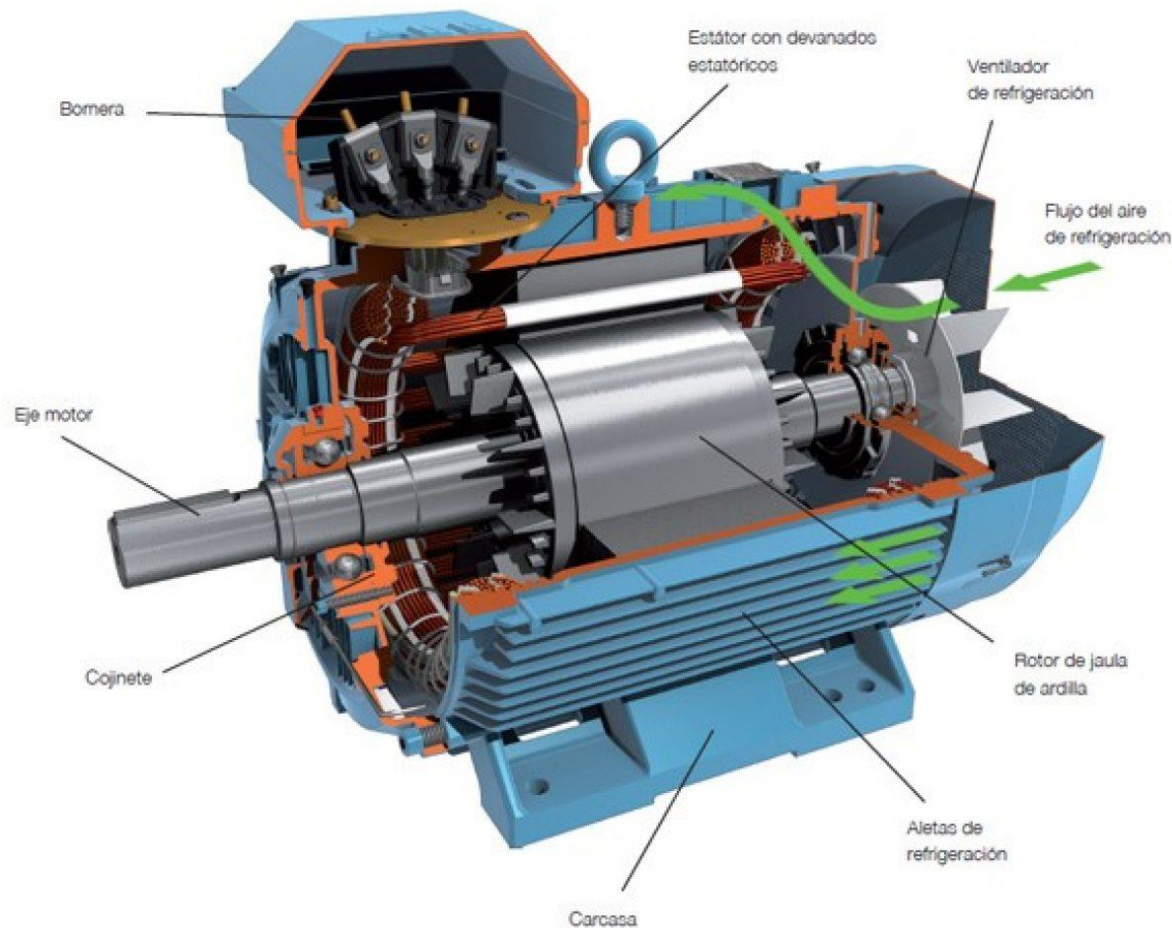


Figura 3-1. Motor síncrono.

Fuente: <http://motoresymas.com>

Los motores eléctricos del tipo sincrónico funcionan con corriente alterna, convirtiendo la energía eléctrica en energía mecánica, son llamados así porque la velocidad del campo magnético y del estator es la misma.

Las ventajas de utilizar este tipo de sistema de propulsión es la corrección del factor de potencia, donde ayuda a corregir los costos de energía eléctrica y mejora el rendimiento del sistema de energía. La velocidad constante es otro factor de ventaja en este tipo de motores, mantiene la velocidad constante tanto en las situaciones de sobre carga como durante momentos de oscilación de tensión. La alta capacidad de carga y el alto rendimiento determinan que el uso de este motor sea el ideal, ya que el motor sincrónico es proyectado con alta capacidad de carga manteniendo la capacidad constante incluso en aplicaciones con grandes variaciones de carga.

3.1 **SISTEMA DE CARGA Y ALIMENTACIÓN**

El sistema de carga y alimentación se conforma de la batería y el cargador correspondiente al vehículo indicado, pero también podemos encontrar diversos sistemas los cuales ayudan de manera positiva a la carga necesaria para el rendimiento óptimo del bus en su utilización.

3.1.1 **BATERÍA**

EL vehículo posee dos habitáculos donde se encuentran las baterías correspondientes a la carga y energía de este. La batería presente en el vehículo utiliza un voltaje de 24 [V].

Existen distintas formas de poder cargar las baterías para poder ir acumulando energía suficiente que le permitirá ser autovalente. Durante el frenado, el deslizamiento por inercia, hábitos de conducción, aceleración y desaceleración frecuente e incluso las bajas temperaturas son factores los cuales influyen el rendimiento total de la batería.

La vida de la batería depende totalmente del uso correcto de esta, como también de las horas de carga y descarga total para mantenerlas en un buen funcionamiento, es por esto que es esencial tener un buen plan de mantenimiento.

Lo primero que se debe hacer es realizar una inspección visual al cuerpo de la batería para poder detectar si esta sufre algún daño, alguna grieta o fuga de líquido, si los

terminales están sueltos. Una vez realizada la verificación visual, se debe comprobar el voltaje de la batería, dependiendo de este resultado se puede saber el estado de la batería y si es necesario reemplazarla.

Si la temperatura ambiente siempre esta baja (0°C o debajo de los 0°C), se recomienda cargar las baterías tan pronto como sea posible después de que el vehículo detiene la operación.

Cuando el medidor de potencia de la batería comienza a parpadear, se necesita cargar el vehículo, cuando el bus se encuentra bajo el 20% de su carga, se recomienda cargar tan pronto sea posible.

El rendimiento de las baterías se puede reducir debido a las temperaturas bajas. Para evitar daños en las baterías de los vehículos, se dan las siguientes condiciones:

- Cuando la temperatura es inferior a -30°C , las baterías serán incapaces de ser cargadas y descargadas.
- Cuando la temperatura está entre -30°C - -20°C , las baterías serán capaces de ser descargadas pero incapaces de ser cargadas
- Cuando la temperatura está superior a -20°C , las baterías serán capaces de ser cargadas y descargadas.

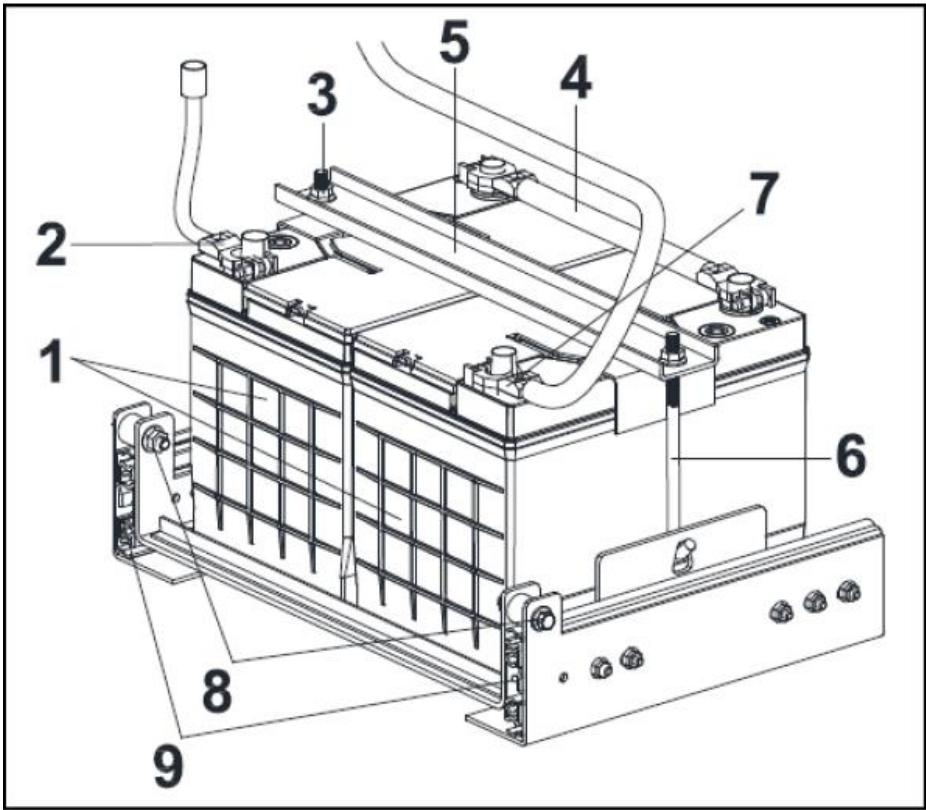


Figura 3-2. Batería.

Fuente: Manual BYD, bus eléctrico modelo K9FE

En la Figura 3-3 se puede apreciar la disposición de fijación de la batería en el bus, donde podemos encontrar: Batería x2 (1), terminal de polo positivo (2), tuerca de platina (3), cable pequeño de conexión entre polo positivo y polo negativo (4), platina (5), gancho (6), terminal del polo negativo (7), grupo de pernos de bloqueo y anillo de soporte (8), riel guía de instalación (9).

La buena instalación y procedimientos de mantención aseguran la vida útil de las baterías presentes en el vehículo.

3.1.2 **CARGADOR**

El cargador de las baterías que se encuentran en el vehículo se compone de dos pistolas de cargas que se conectan con los dos puertos de carga de corriente alterna. Cuando el bus solicita la carga alertando en el panel de control del conductor, este se debe dirigir a los puntos de carga más cercana que tenga o al lugar de descanso necesario para realizar la carga correspondiente.

El tiempo de carga variará según las condiciones de suministro de energía de los dispositivos de carga, esta podría variar entre 3h-4h para realizar la carga completa de las baterías.

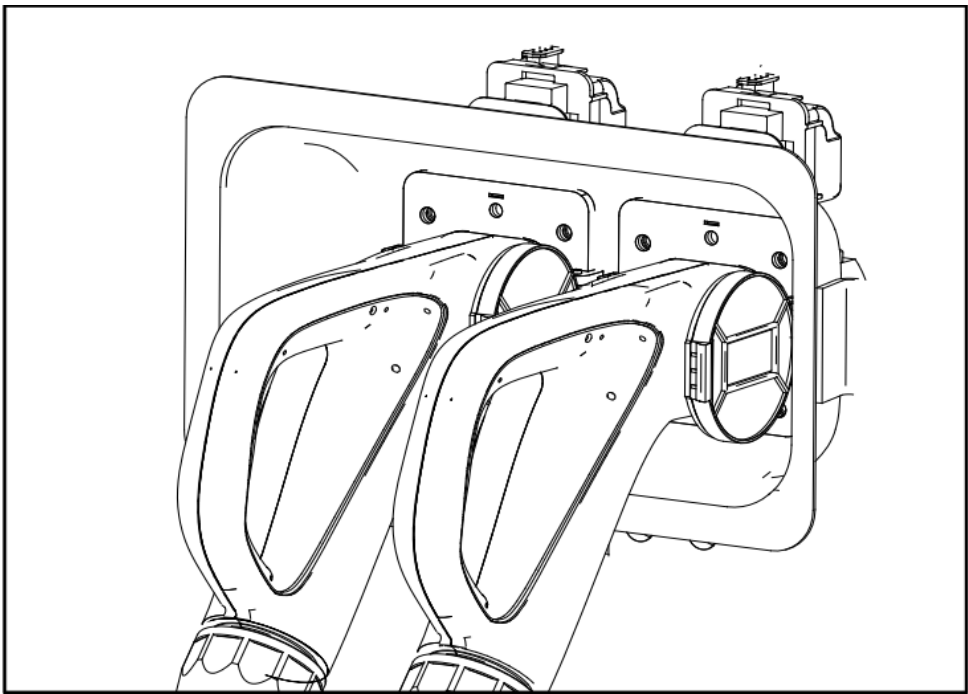


Figura 3-3. Pistolas de Carga CA.

Fuente: Manual BYD, bus eléctrico modelo K9FE

3.2 **SISTEMA DE SUSPENSIÓN**

El sistema de suspensión utilizado por BYD es de tipo ECAS, o suspensión de aire controlado eléctricamente (por sus siglas en ingles), los cuales constan de una unidad de control, sensor de altura, sensor de presión, válvula solenoide y un control remoto. Estos componentes se encargan de regular la estabilidad del bus y mantener una conducción confortable, ya que los sensores de presión y de altura envían señales a la unidad de control para conocer el estado de la máquina y así poder realizar la acción necesaria para estabilizar según se le necesite, ya sea liberando presión para que el bus baje de un lado (en el caso de una curva), o aumentando la presión.

La presión de aire es generada por un compresor de aire el cual es conectado a unas bolsas de aire que se encargan de estabilizar el chasis del bus de acuerdo a la situación en la que se encuentre.

Este también se caracteriza por su elevada flexibilidad, notable capacidad de amortiguación de las vibraciones y por la autorregulación del sistema que permite mantener constante la distancia entre el chasis y la superficie de la carretera independiente de la carga presente en el vehículo.

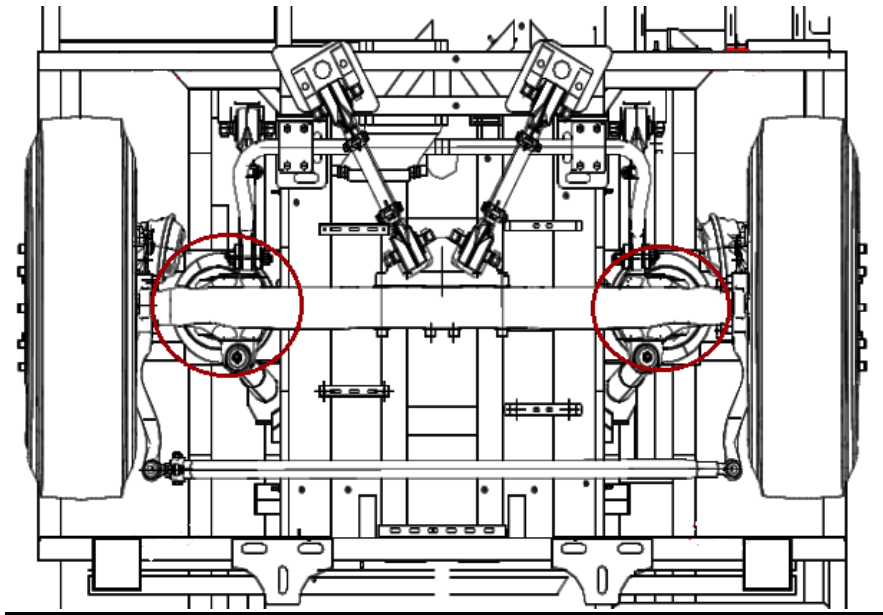


Figura 3-4. Disposición sistema ECAS, eje delantero.

Fuente: Manual BYD, bus eléctrico modelo K9FE

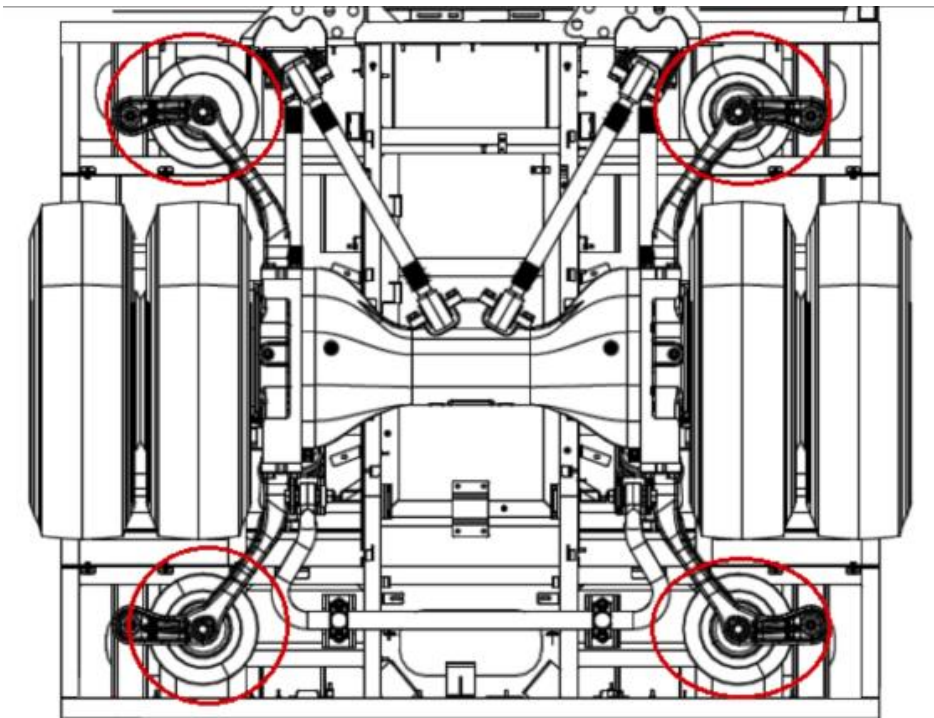


Figura 3-5. Disposición sistema ECAS, eje trasero.

Fuente: Manual BYD, bus eléctrico modelo K9FE

3.3 **SISTEMA DE FRENADO**

El sistema de frenos es el cual permite detener y disminuir la velocidad adquirida por un vehículo en un trayecto. Los frenos de tambor y los frenos de disco son los sistemas de frenos más comunes en el rubro automotriz.

3.3.1 **SISTEMA ABS**

Sistema de frenos antibloqueo (ABS) es un sistema que como su nombre lo dice evita que las ruedas se bloqueen y patinen al frenar, esto permite que el vehículo no solo se mantenga estable si no que permite tener más maniobrabilidad a la hora de utilizar este sistema de frenos.

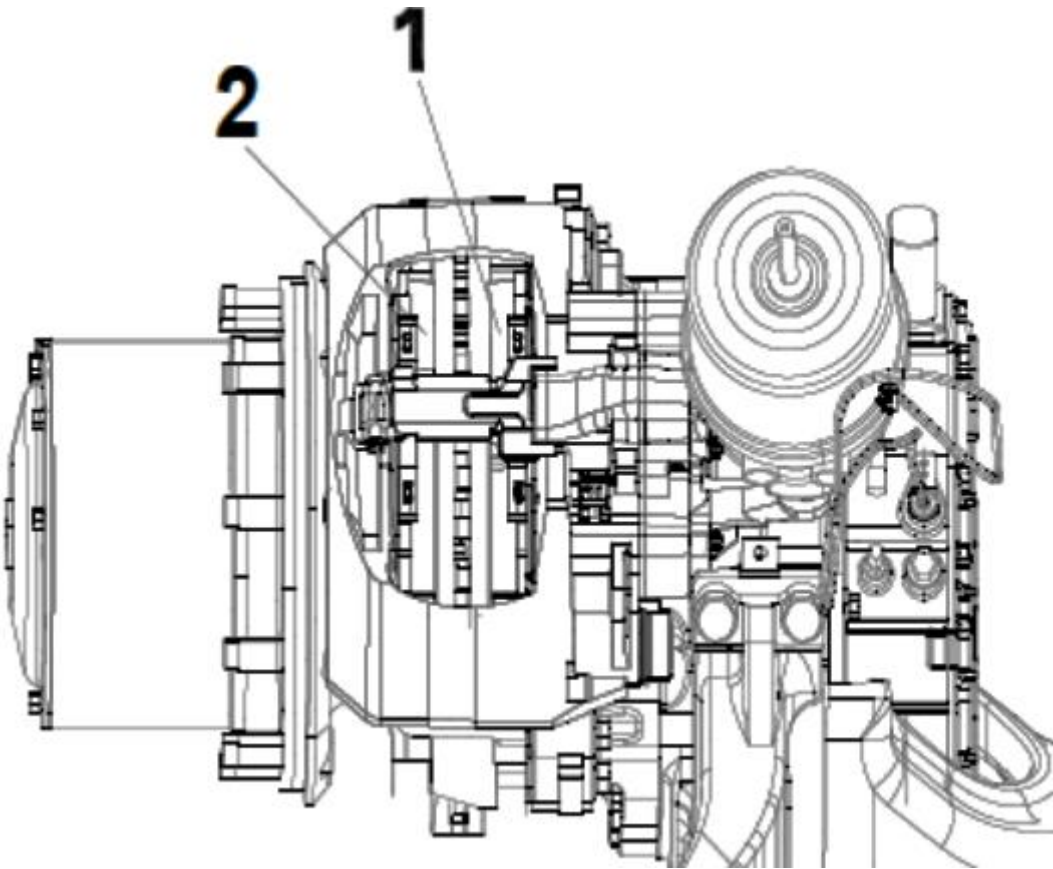


Figura 3-6. Disco de fricción móvil (1), Disco de fricción fijo (2).

Fuente: Manual BYD, bus eléctrico modelo K9FE

3.4 SISTEMA DE FRENADO BYD

Los buses BYD K9FE poseen un sistema de frenos de disco de fricción y sistema ABS, que es complementado con motores eléctricos que actúan como dinamos, los cuales al momento de frenado o desaceleración (dejar de aplicar carga al pedal de acelerador) cargan las baterías aprovechando la energía cinética del vehículo cuando aún se encuentra en movimiento, debido a que el movimiento de rotación de las ruedas permite que el rotor se mantenga en movimiento lo que sigue creando una alternancia en los polos magnéticos del estator del motor eléctrico generando una corriente eléctrica, la cual se almacena nuevamente en las baterías para aumentar en un pequeño porcentaje la autonomía del bus.

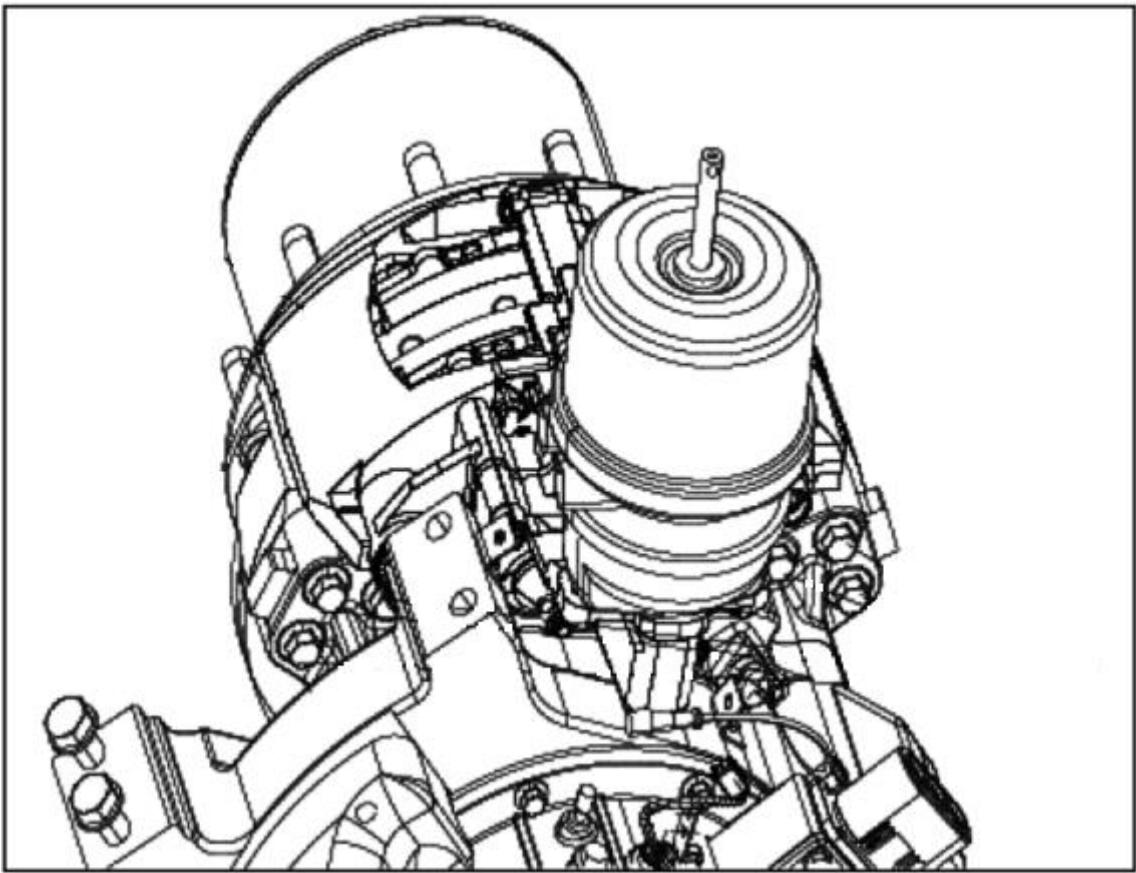


Figura 3-7. Conjunto de motor y frenado.

Fuente: <http://motoresymas.com>

3.5 CONTROL Y MANEJO

El manejo y maniobrabilidad de este tipo de vehículo es muy simple, ya que cuenta solo con pedal de acelerador y de freno, cuenta con caja de transmisión automática, por lo que el cambio de marchas es directamente proporcional a la velocidad de giro del motor eléctrico, el cual está conectado a la rueda a través de un grupo reductor, este permite reducir las revoluciones transmitidas a la rueda para así generar una relación de transmisión de torque que permita generar la fuerza suficiente para romper la inercia del bus sin que el motor eléctrico se sobre exija demasiado.

La dirección con la que cuentan estos dispositivos es eléctricamente asistida, es decir cuenta con un motor eléctrico que aporta al movimiento de la cremallera de dirección al momento de girar el volante hacia uno de los dos lados, lo cual permite que sea más fácil poder virar ya que al ser un vehículo de gran tamaño, el no poseer asistencia en la dirección se tornaría difícil la conducción.



Figura 3-8. Habitáculo del conductor.

Fuente: <http://administracionytransportes.cl>

3.6 **DESEMPEÑO Y CONFIABILIDAD**

Estos buses están diseñados para el transporte público, por lo que constan con un gran chasis, el cual permite tener una gran capacidad, capaz de transportar 85 pasajeros sin problemas. Cuenta con rampa de acceso para minusválidos, por lo que es apto para todo público, también debemos señalar que gracias a su sistema de suspensión es capaz de aumentar o reducir la altura con respecto a la vereda y para el acceso a la rampla para minusválidos, otro aspecto a considerar es que estos buses constan de aire acondicionado por lo que se encuentran siempre a una temperatura agradable para los viajes entregando un servicio aún más personalizado sumándose a los cargadores para celular en cada uno de los asientos del bus.

En cuanto a desempeño, los buses cuentan con una autonomía de 250 kilómetros, los cuales son complementados por la carga adicional que otorga el sistema de carga de los frenos. Los costos operacionales se reducen notablemente en un 70% con respecto a los buses convencionales diésel, además por el solo hecho de ser un motor eléctrico tiene un increíble bajo costo por kilómetro.



Figura 3-9. Bus Eléctrico BYD K9FE.

Fuente: <http://administracionytransportes.cl>

CONCLUSIÓN

Al concluir el estudio de las características técnicas, con respecto al bus que desea implementar METBUS junto con BYD en la Región Metropolitana, se puede decir que este proyecto quiere revocar completamente con la idea de un Transantiago donde la gran mayoría de los usuarios del medio de transporte se enfrentan diariamente a las ineficiencias de un sistema que se planteó de forma incorrecta y errónea para este sistema de transporte público.

Como se ha podido apreciar las grandes diferencias con respecto a los antiguos buses que recorren la ciudad de Santiago actualmente, es inevitable pensar en la gran jugada que podría realizar el Gobierno de Chile junto con el Ministerio de Transportes para poder lograr una mejora inminente e importante a nivel nacional para poder implementar estos buses con alta tecnología. Así mismo no solo se verán beneficiados los bolsillos de las grandes empresas y el patrocinio de estas, sino que también se podrá apreciar cambios en la gente que ocupa este método para su transporte.

Sin dejar de lado el comercio que significa tener en marcha todos estos vehículos, se debe pensar en quienes lo ocupan. Esto ya que solo se proyecta el hecho de tener en el mercado la mayor cantidad de buses circulando y no del buen pasar de los pasajeros por dichos buses. En la actualidad hay de dos tipos, el bus común y corriente, y el bus oruga que corresponde a un bus articulado, ambos se encuentran en la palestra pública debido a su ineficiencia y mal estado.

Gracias a los proyectos de innovación por parte de las empresas METBUS, BYD y con la ayuda del Ministerio de Transportes y el Gobierno de Chile, no solo se ha pensado en lograr una estabilidad primordial para el uso de estas nuevas máquinas que estarán circulando por la ciudad, sino que también se logrará potenciar el uso de estas. Las buenas condiciones, tecnología y futuro que presentan estos vehículos nos permiten pensar en la expansión masiva a todo el territorio chileno.

Hoy es cuando se necesitan estos tipos de proyectos para poder lograr el tan esperado transporte público digno y de calidad. Proporcionando así no solo buenos recorridos e innovación sino que marcara una nueva era de concientización en la comunidad, ya que lograran disminuir con suma urgencia la contaminación atmosférica a nivel regional e incluso nacional si se logra llevar a cabo un plan de renovación. El aire de Santiago se verá y se sentirá mucho más limpio combatiendo así el tan conocido smog, los viajes y tiempos de espera se verán opacados con la eficiencia de los buses y la mala disposición de aquellos que lo ocupen será parte del pasado.

BIBLIOGRAFÍA

- Manual de usuario BYD, bus eléctrico modelo K9FE
- Manual de mantenimiento BYD, bus eléctrico modelo K9FE
- <https://www.dministracionytransporte.cl>
- <https://www.mtt.gob.cl> – Ministerio de trasportes y telecomunicaciones
- <https://www.metbus.cl>
- <https://motoresymas.com>
- <https://en.byd.com>