



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO
AUTOMOTRIZ**

**TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE INGENIERO EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ**

**TEMA: DIAGNÓSTICO DE LA CORRIENTE DE FUGA MÁXIMA
EN VEHÍCULOS ALIMENTADOS CON BATERÍAS PLOMO –
ÁCIDO.**

**AUTORES: QUELAL CHACÓN LENIN MIGUEL
PEÑA OTAVALO CESAR**

DIRECTOR: ING. JORGE LUIS MELO OBANDO MSC.

Ibarra, 2023

CERTIFICADO

ACEPTACIÓN DEL DIRECTOR

En mi calidad de director del plan de trabajo de grado, previo a la obtención del título de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz, nombrado por el Honorable Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas.

CERTIFICO:

Que una vez analizado el plan de grado cuyo título es "DIAGNÓSTICO DE LA CORRIENTE DE FUGA MÁXIMA EN VEHÍCULOS ALIMENTADOS CON BATERÍAS PLOMO – ÁCIDO", presentado por el señor: Quelal Chacón Lenin Miguel con número de cédula 0401830294, doy fe que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a presentación pública y evaluación por parte de los señores integrantes del jurado examinador que se designe.

En la ciudad de Ibarra, a los 11 días del mes de mayo del 2023.

Atentamente



Ing. Jorge Luis Melo Obando MSc.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE GRADO

CERTIFICADO

ACEPTACIÓN DEL DIRECTOR

En mi calidad de director del plan de trabajo de grado, previo a la obtención del título de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz, nombrado por el Honorable Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas.

CERTIFICO:

Que una vez analizado el plan de grado cuyo título es "DIAGNÓSTICO DE LA CORRIENTE DE FUGA MÁXIMA EN VEHÍCULOS ALIMENTADOS CON BATERÍAS PLOMO – ÁCIDO", presentado por el señor: Peña Otavalo Cesar con número de cédula 1718868993, doy fe que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a presentación pública y evaluación por parte de los señores integrantes del jurado examinador que se designe.

En la ciudad de Ibarra, a los 11 días del mes de mayo del 2023.

Atentamente



Ing. Jorge Luis Melo Obando MSc.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE GRADO



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	0401830294		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Quelal Chacón Lenin Miguel		
DIRECCIÓN:	Calle Gran Colombia y Guayaquil – Bolívar – Carchi		
EMAIL:	lmquelalc@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:	06 2287 596	TELÉFONO MÓVIL:	0939053172
DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1718868993		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Peña Otavalo Cesar		
DIRECCIÓN:	Comunidad Tocagón (Sector Capilla Pamba)		
EMAIL:	cpnao@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:		TELÉFONO MÓVIL:	0998680521

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	Diagnóstico de la corriente de fuga máxima en vehículos alimentados con baterías plomo – ácido.
AUTOR (ES):	Quelal Chacón Lenin Miguel Peña Otavalo Cesar
FECHA: DD/MM/AAAA	11/05/2023
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ
ASESOR /DIRECTOR:	Ing. Jorge Luis Melo Obando MSc.

2. CONSTANCIAS

Los autores manifiestan que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrollo, sin violar derechos del autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que son los titulares de los derechos patrimoniales, por lo que asumen la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrán en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 11 días del mes de mayo de 2023

LOS AUTORES



Quelal Chacón Lenin Miguel
0401830294



Peña Otavalo Cesar
1718868993

DEDICATORIA

El presente trabajo de grado se lo dedico especialmente a mi madre Aura Chacón quien me apoyó durante toda mi carrera, me motivó y supo guiarme a través de este largo camino, me ayudó a continuar y llegar al final sin rendirme.

A mis hermanos: David y Patricio Quelal, por toda su ayuda mientras me centraba en mis estudios, por todo su sacrificio y su fe en mí.

A mis tíos: Andrés y Armando Chacón, que me brindaron su ayuda para superar momentos de crisis.

A mis maestros que a lo largo de todos estos años compartieron sus conocimientos y me permitieron alcanzar mis objetivos en mi formación profesional.

A mis compañeros y amigos por su motivación, apoyo y cooperación, me permitió crecer personalmente al aprender de cada uno de ellos.

Lenin Miguel Quelal Chacón.

El presente trabajo de titulación, lo dedico principalmente a Dios y a mi familia, en especial a mis padres Juan Peña y María Mercedes Otavalo quienes con su sacrificio y dedicación fueron el pilar fundamental para culminar mi ciclo de vida como estudiante.

A mi hermana Luz Mila Peña y a mis sobrinas por siempre estar presente en todo el camino y en ayudarme en los períodos duros de mi trayectoria académica, ya que sin ellos no hubiera podido terminar este proyecto.

A mis amigos y compañeros por estar presentes en mis caídas y errores a lo largo de este camino, gracias por sus anécdotas, comprensión en toda la carrera universitaria.

Cesar Peña Otavalo.

AGRADECIMIENTO

Deseo expresar mis más sinceros agradecimientos a la Universidad Técnica del Norte y sus autoridades por haberme brindado la oportunidad de recibir una educación de calidad.

Agradezco a los docentes de la Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz por compartir sus conocimientos y experiencia durante mi formación profesional.

Un sincero agradecimiento al Ing. Jorge Melo Msc. director de trabajo de grado, por ser un gran guía, y dedicar su tiempo y paciencia en la culminación del presente proyecto, de igual manera al Ing. Edwin Arroyo Msc. como asesor asignado por sus consejos y sugerencias en la redacción del proyecto.

Agradezco a Cesar Peña, compañero de Tesis por su esfuerzo y ayuda en la elaboración del presente proyecto y a nuestros compañeros que nos aportaron ideas y sugerencias durante el proceso.

Lenin Miguel Quelal Chacón.

Un grato agradecimiento a la gloriosa Universidad Técnica Del Norte por darme la oportunidad de formarme como profesional en tan prestigiosa institución superior, igualmente a mi tutor Ing. Jorge Melo quien con su arduo trabajo y paciencia me ayudo con la realización de la tesis, agradezco también a mi compañero de trabajo de tesis por su paciencia y comprensión hacia mi persona.

Cesar Peña Otavalo.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	PÁGINA
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
INTRODUCCIÓN	xi
CAPÍTULO I	1
1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	1
1.1. ANTECEDENTES	1
1.2. ALCANCE.....	3
1.3. JUSTIFICACIÓN	3
1.4. OBJETIVOS	4
1.4.1. OBJETIVO GENERAL	4
1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
1.5. BATERÍA	4
1.5.1. HISTORIA Y EVOLUCIÓN DE LA BATERÍA	6
1.5.1.1. Las primeras baterías.....	7
1.5.1.2. Benjamín Franklin y los inicios de la Batería	7
1.5.1.3. Alessandro Volta y la Pila Voltaica	9
1.5.1.4. John F. Daniell y la batería de celdas.....	11
1.5.1.5. Gastón Planté y la batería Plomo-Ácido	11
1.5.1.6. Primeras baterías de Níquel.....	13
1.5.1.7. Inicios de las baterías de Ion-Litio	14
1.5.2. BATERÍAS PLOMO – ÁCIDO ACTUALES	16
1.5.2.1. Características de las Baterías de Plomo – Ácido	16
1.5.2.2. Funciones de la batería.....	17
1.6. PARÁMETROS DE UNA BATERÍA PLOMO – ÁCIDO.....	17
1.6.1. CAPACIDAD NOMINAL.....	18
1.6.2. CAPACIDAD REAL	18
1.6.3. VOLTAJE DE CELDA	18
1.6.4. VOLTAJE NOMINAL.....	18
1.6.5. VOLTAJE DE CIRCUITO ABIERTO	19
1.6.6. DESEMPEÑO DE ARRANQUE EN FRÍO	19
1.6.7. TASA DE CAPACIDAD DE DESCARGA	19

1.6.8.	AUTO DESCARGA	20
1.6.9.	ESTADO DE CARGA (SOC).....	20
1.7.	ESTRUCTURA DE UNA BATERÍA PLOMO - ÁCIDO.....	20
1.7.1.	CAJA DE LA BATERÍA	20
1.7.2.	TAPA.....	21
1.7.3.	PLACAS, REJILLAS Y SEPARADORES	21
1.7.4.	ELECTRÓLITO	22
1.7.5.	POLOS TERMINALES	23
1.8.	COMPROBACIÓN DEL ESTADO DE CARGA EN BATERÍAS PLOMO – ÁCIDO.....	23
1.8.1.	PRUEBA DE DESCARGA.....	23
1.8.2.	MEDIDA DIRECTA	24
1.8.3.	MEDIDA DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA.....	24
1.8.4.	MEDICIÓN DE LA TENSIÓN DE CIRCUITO ABIERTO	24
1.8.5.	IMPEDANCIA INTERNA.....	24
1.8.6.	ESTIMACIÓN BASADA EN LA INTENSIDAD	25
1.9.	NORMATIVAS	25
1.9.1.	ROTULADO	26
1.9.2.	REQUISITOS	26
CAPÍTULO II.....		28
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....		28
2.1.	METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION	28
2.1.1.	ENFOQUE INVESTIGATIVO.....	28
2.1.2.	MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN	28
2.1.2.1.	Método Documental	28
2.1.2.2.	Método Experimental.....	29
2.1.2.3.	Método Analítico.....	29
2.1.2.4.	Método Cuantitativo.....	29
2.1.2.5.	Método Explicativo	29
2.2.	MATERIALES Y EQUIPOS.	30
2.2.1.	MATERIALES.....	30
2.2.1.1.	Camioneta Volkswagen Amarok	30
2.2.1.1.	Batería DACAR de 12 V.....	31
2.2.2.	EQUIPOS DE DIAGNÓSTICO.....	32

2.2.2.1.	Equipo Bosch FSA-740.....	32
2.2.2.2.	Multímetro Automotriz Bosch	35
2.2.2.3.	Cargador de Baterías de 12 V Truper.....	35
2.2.2.4.	Densímetro Automotriz.....	37
2.2.2.5.	Comprobador de Baterías Bosch BAT 135	39
2.2.2.6.	Pinza Amperimétrica.....	40
2.3.	PROCESO METODOLÓGICO.	41
2.3.1.	BÚSQUEDA BIBLIOGRÁFICA	42
2.3.2.	RECOPIACIÓN DE DATOS TÉCNICOS DEL VEHÍCULO SELECCIONADO	43
2.3.3.	INSPECCIÓN Y RECONOCIMIENTO DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA.	43
2.3.4.	MEDICIÓN DEL VOLTAJE.....	44
2.3.4.1.	Medición de Voltaje con BOSCH FSA 740.....	44
2.3.4.2.	Medición de Voltaje con BOSCH BAT 135	46
2.3.4.3.	Medición de Voltaje con Multímetro Automotriz.....	48
2.3.5.	MEDICIÓN DE CORRIENTE	49
2.3.5.1.	Medición de Corriente con Multímetro Automotriz	50
2.3.5.2.	Medición de Corriente con BOSCH FSA 740	50
2.3.6.	COMPROBACIÓN DE LA BATERÍA	51
2.3.6.1.	Comprobación de la Batería con BOSCH FSA 740	52
2.3.6.2.	Comprobación de la Batería con BOSCH BAT 135.....	53
2.3.7.	PRUEBA DE CARGA	54
2.3.7.1.	Prueba de carga con BOSCH FSA 740.....	55
2.3.7.2.	Prueba de carga con BOSCH BAT 135	56
2.3.8.	PRUEBA DE ARRANQUE.....	58
2.3.8.1.	Prueba de arranque con BOSCH FSA 740.....	58
2.3.8.2.	Prueba de arranque con BOSCH BAT 135	59
2.3.9.	MEDICIÓN DE LA DENSIDAD	59
2.3.10.	RECARGA DE LA BATERÍA	60
	CAPÍTULO III	61
3.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	61
3.1.	ANÁLISIS DEL VOLTAJE	62
3.2.	ANÁLISIS DE LA CORRIENTE	62

3.3.	ANÁLISIS DE LA CAÍDA DE TENSIÓN	64
3.4.	ANÁLISIS DEL CCA	68
3.5.	ANÁLISIS DE LA DENSIDAD	71
3.6.	ANÁLISIS DE LOS SISTEMAS DE CARGA Y ARRANQUE.....	73
3.7.	COMPARATIVA DE DATOS	75
CAPÍTULO IV.....		78
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		78
4.1.	CONCLUSIONES	78
4.2.	RECOMENDACIONES.....	79
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		80
ANEXOS		84

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Variedad de baterías empleadas en la actualidad.....	6
Figura 1.2 Baterías de Bagdad	7
Figura 1.3 Botella de Leyden.	8
Figura 1.4 Experimento de bio electricidad en una rana.	9
Figura 1.5 Electr6foro perpetuo de Volta.....	10
Figura 1.6 Condensador y pila de Volta.....	10
Figura 1.7 Principio de funcionamiento de la Celda Daniell	11
Figura 1.8 Primera batería recargable plomo-ácido	12
Figura 1.9 Prototipo de batería Plomo – Ácido recargable.	12
Figura 1.10 Camille Jenatzy en su coche eléctrico que alcanza 109 km/h.....	13
Figura 1.11 Variedad de las primeras baterías Níquel – Cadmio.....	14
Figura 1.12 Incremento de la comercialización de Baterías de Litio.	16
Figura 1.13 Vista frontal de una batería plomo – ácido	16
Figura 1.14 Vista de las celdas vacías de una batería plomo – ácido.....	19
Figura 1.15 Caja de una batería plomo – ácido	20
Figura 1.16 Tapa de batería	21
Figura 1.17 Placas y rejillas	22
Figura 1.18 Nivel de electrolito.....	22
Figura 1.19 Nivel de electrolito.....	23
Figura 1.20 Rotulado de una Batería plomo – ácido.....	26
Figura 1.21 Requisitos de capacidades según norma INEN 1 499.....	27
Figura 2.1 Camioneta Volkswagen Amarok 2011	31
Figura 2.2 Batería DACAR 12 V	32
Figura 2.3 Equipo FSA-740	33
Figura 2.4 Multímetro Automotriz Bosch.....	35
Figura 2.5 Cargador de Baterías de 12 V Truper	37
Figura 2.6 Densímetro Automotriz.....	38
Figura 2.7 Comprobador de Baterías BOSCH	39
Figura 2.8 Pinza amperimétrica BOSCH	41
Figura 2.9 Diagrama del Proceso Metodológico	42
Figura 2.10 Pasos para encontrar la corriente de reposo con BOSCH FSA 740.....	44
Figura 2.11 Conexión de BOSCH FSA 740 a la batería	45

Figura 2.12 Menú de pruebas BOSCH FSA 740	46
Figura 2.13 Pasos para encontrar la corriente de reposo con BOSCH BAT 135.....	47
Figura 2.14 Panel de selección del equipo BOSCH BAT 135	48
Figura 2.15 Medición de Voltaje con Multímetro.....	49
Figura 2.16 Osciloscopio Universal del equipo	51
Figura 2.17 Pasos para el diagnóstico de la batería con BOSCH FSA 740	52
Figura 2.18 Comprobación de la Batería con BOSCH FSA 740	53
Figura 2.19 Pasos para el diagnóstico de la batería con BOSCH FSA 740	54
Figura 2.20 Pasos para la Prueba de carga con BOSCH FSA 740.....	55
Figura 2.21 Modo de prueba del Alternador	56
Figura 2.22 Pasos para la Prueba de carga con BOSCH BAT 135	57
Figura 2.23 Pasos para la Prueba de arranque con BOSCH FSA 740	58
Figura 2.24 Pasos para la Prueba de arranque con BOSCH BAT 135.....	59
Figura 2.25 Medición de la Densidad del electrolito.	60
Figura 2.26 Carga Rápida de Batería.	61
Figura 3.1 Medición de Corriente	63
Figura 3.2 Medición de Voltaje inicial de la Batería.....	64
Figura 3.3 Medición de Voltaje, 3 horas	65
Figura 3.4 Resultados de la Medición de Tensión	66
Figura 3.5 Gráfico de Datos en Excel cada 30 min.....	67
Figura 3.6 Voltaje Inicial de Batería con BOSCH BAT 135.	68
Figura 3.7 Medición de Batería tras 3 horas de descarga.....	70
Figura 3.8 Análisis del CCA	71
Figura 3.9 Análisis de la Densidad.....	72
Figura 3.10 Valores de la prueba de arranque con BOSCH FSA 740	74
Figura 3.11 Valores de la prueba de alternador con BOSCH FSA 740	75

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Diferencia entre primeras baterías y actuales	6
Tabla 1.2 Evolución de las baterías.	14
Tabla 1.3 Características Técnicas Camioneta Amarok 2011	30
Tabla 1.4 Especificaciones y Características de Batería	31
Tabla 1.5 Características Técnicas Equipo FSA-740 (Bosch)	34
Tabla 1.6 Especificaciones Técnicas del cargador de baterías manual Truper	36
Tabla 1.7 Rangos y Código de colores del Densímetro.....	38
Tabla 1.8 Características y Ventajas del Comprobador BAT 135	40
Tabla 1.9 Datos técnicos del Comprobador BAT 135.....	40
Tabla 1.10 Software utilizado para el diagnóstico del sistema de carga	¡Error!
Marcador no definido.	
Tabla 1.11 Funciones del software ESI [tronic] 2.0	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 3.1 Análisis del voltaje de la batería.....	62
Tabla 3.2 Análisis del consumo de corriente de la batería	63
Tabla 3.3 Valores de la Caída de Tensión de la Batería.....	66
Tabla 3.4 Valores del CCA respecto a los tiempos de medición.....	70
Tabla 3.5 Medición de la densidad en intervalos de una hora.....	71
Tabla 3.6 Valores de la prueba de carga con BOSCH BAT 135.....	73
Tabla 3.7 Comparativa de especificaciones de la batería	76

ÍNDICE DE ANEXOS

1. Equipos Utilizados	85
2. Fichas Técnicas	87
3. Pruebas Realizadas	89

RESUMEN

En el presente proyecto de investigación se desarrolló el diagnóstico de la descarga de baterías plomo – ácido, teniendo como objetivo verificar su estado con ayuda de equipos electrónicos para generar un diagnóstico rápido y fiable, se comparó con los datos del fabricante y encontrado diferencias en cuanto a los valores nominales se refiere. En el proceso se desarrolló análisis y mediciones principalmente con los equipos de diagnóstico BOSCH FSA 740 y BOSCH BAT 135, cuyos resultados fueron analizados en los mismos instantes durante la prueba de descarga que culminó en tres horas con un consumo de corriente de 17 A. Se empleó además un multímetro automotriz con el cual se verificaron los valores de voltaje y corriente respectivos para garantizar que los valores indicados no presenten errores, además se realizó el diagnóstico de los sistemas de carga y arranque mediante la comprobación de corriente para determinar que su consumo no afecte directamente con el proceso de descarga de la batería y que pueda ocasionar su deterioro prematuro. Se consiguió al final los resultados acerca de la batería considerando la variación de su voltaje, capacidad de arranque en frío y su resistencia interna en intervalos de medición de 30 minutos durante las 3 horas de descarga constante, se usó además un densímetro para relacionar los datos con la densidad del electrolito. Las conclusiones generadas se basaron en la observación de la corriente necesaria para el arranque del vehículo, el desempeño de los equipos de diagnóstico y la comparación de datos.

ABSTRACT

In the present research project, the diagnosis of the discharge of lead-acid batteries was developed, with the objective of verifying their condition with the help of electronic equipment to generate a fast and reliable diagnosis, it was compared with the manufacturer's data and found differences in terms of to the nominal values refers. In the process, analysis and measurements were carried out mainly with the BOSCH FSA 740 and BOSCH BAT 135 diagnostic equipment, whose results were analyzed at the same moments during the discharge test that culminated in three hours with a current consumption of 17 A. also used an automotive multimeter with which the respective voltage and current values were verified to guarantee that the indicated values do not present errors, in addition, the diagnosis of the charging and starting systems was carried out by checking the current to determine that its consumption did not directly affects the battery discharge process and may cause premature deterioration. At the end, the results about the battery were obtained considering the variation of its voltage, cold start capacity and its internal resistance in measurement intervals of 30 minutes during the 3 hours of constant discharge, a hydrometer was also used to relate the data. with the density of the electrolyte. The conclusions generated were based on the observation of the current required to start the vehicle, the performance of the diagnostic equipment and the comparison of data.

INTRODUCCIÓN

La reducción de la vida útil de la batería plomo – ácido es un problema que ha ido en aumento en el país desde hace varios años atrás, mediante la incorporación de más sistemas electrónicos en los vehículos, la demanda de alimentación de corriente se vuelve cada vez mayor e indispensable para generar el arranque del vehículo, las corrientes parásitas suelen ser uno de los factores que hacen que la batería se deteriore prematuramente puesto que las mismas poseen ciclos de carga determinados desde su construcción, esto implica un gasto considerable al realizar el cambio de estas fuentes de alimentación a la mitad de su vida útil estipulada por el fabricante o incluso en menor tiempo, para realizar el diagnóstico del estado de la batería hoy en día, se precisan de equipos de diagnóstico, es por ello que este estudio se desarrolla con la ayuda de varios equipos como son: multímetro, densímetro, comprobador de baterías BOSCH BAT 135 y BOSCH FSA 740, que determinarán diferentes parámetros para diagnosticar la batería, relacionando sus valores de medición para ser utilizado cada uno según convenga, estos equipos se encuentran en el taller mecánico de la carrera de Ingeniería Automotriz de la Universidad Técnica del Norte, con lo cual, el personal docente y estudiantes mejorarán en el proceso de diagnóstico.

CAPÍTULO I

1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1. ANTECEDENTES

Según (Fullea, 1994) en su libro *Acumuladores Electroquímicos*, en 1780 es donde se sitúa el origen científico de las baterías, año a partir del cual Luigi Galvani, quien fue un médico, fisiólogo y físico italiano desarrollaría experimentos sobre la anatomía de las ancas de rana y descubriendo en el proceso el fenómeno de la corriente electroquímica. Los datos de aquel fenómeno observado por Galvani fueron aprovechados posteriormente por Alessandro Volta, un químico y físico australiano, quien en 1793 plantea su teoría de la producción de la corriente electroquímica para así construir la primera batería primaria en el año de 1800. Con ello se sentarían las bases para la construcción de baterías que se desarrollaría durante todo el siglo XIX, conocido como el siglo de la industrialización.

En 1801 Humphry Davy establece los conceptos asociados a Fuerza Electromotriz, Electroquímica y Voltio, además de fabricar en 1807 la mayor batería construida hasta entonces, con 250 células. En 1803, Johann Wilhelm Ritter construye el primer acumulador de la historia con la que se observa el proceso de la electrólisis en una solución de cloruro sódico. En 1834 Michael Faraday define los conceptos utilizados hasta nuestros días sobre los procesos electroquímicos como son: electrolito, electrodo, ánodo y cátodo. En 1836, John Frederic Daniell da un paso en la evolución de la pila de Volta al emplear sulfato de cobre como electrolito en el electrodo de cobre y ácido sulfúrico en el electrodo de zinc (Frauca, 2021).

La primera batería recargable de plomo – ácido es construida por Gastón Planté en 1860, la cual evolucionaría significativamente gracias al desarrollo de Thomas Alva Edison en 1880 quien al construir sus dínamos simplificó la recarga de dichas baterías. A partir de aquel instante mediante los esfuerzos de Fauré, Shellon y Tudor quienes mejoraron el diseño interno de las baterías se han desarrollado las diferentes marcas comerciales que se conocen en la actualidad (Fullea, 1994).

Uno de los problemas con las baterías de plomo – ácido es el tiempo de carga de las mismas. La duración de carga de una batería es de unas pocas horas, y un factor que

acelera el problema de descarga de las mismas, es el de las fugas de corriente, esta puede darse directamente en la batería o por problemas en el cableado eléctrico, así como también, de corrientes parásitas que drenarán el voltaje de carga de la batería restándole su vida útil.

Según (Guanoluisa & Pazmiño, 2008) las baterías sometidas a arranque profundo fallan entre los 30 a 150 ciclos al ser sometidos a descargas profundas, las baterías de plomo ácido son descargadas entre un 20 a un 80 por ciento de su capacidad y nuevamente recargadas, para conocer la capacidad de una batería se puede someterla a una descarga continua hasta llegar a su mínimo voltaje, lo cual suele ser de unos 1.75 Voltios por celda a una temperatura de 25 grados centígrados. Desde hace tiempo atrás se conoce procedimientos para diagnosticar la capacidad de una batería y comprobar su tasa de descarga.

En la Universidad Pública de Navarra, en el año 2016, se elaboró un algoritmo que permitía estimar el estado de carga (SOC) en un banco de baterías el cual estaba conectado a la micro red de la misma universidad con el cual se generó un método más preciso que los usados hasta el momento para la estimación de carga en baterías plomo – ácido (Guembe, San Martín, & Pascual, 2016).

Una investigación realizada en el año 2017 en la Universidad Internacional del Ecuador dio a conocer los parámetros de funcionamiento electrónicos de las baterías convencionales plomo – ácido que se comercializan en el país, los componentes electrónicos que integran un vehículo y el manejo de equipos de diagnóstico de baterías, con los cuales se puede evaluar en tiempo real la descarga de una batería plomo – ácido de un vehículo en diversas condiciones de funcionamiento y comparar su estado mediante los valores presentados en la normativa ecuatoriana vigente (Guevara, 2017).

La Universidad Politécnica de Cataluña con sede en España, en el año 2017, desarrolló un estudio acerca de las características de los diversos tipos de baterías que existen en el mercado, centrándose de forma particular en los métodos de cálculo acerca del estado de carga en baterías, analizando cada tipo de batería bajo diferentes condiciones de descarga empleando una mejora del modelo de Shepherd (Martínez J. , 2017).

1.2. ALCANCE

La comprobación de fugas en las baterías de los vehículos seleccionados se realizará empleando el analizador de sistemas FSA – 740 según los lineamientos planteados por su fabricante Bosch. Los procesos de medición e inspección se los realizará dentro de los talleres con los que cuenta la Universidad, salvo correcciones puntuales que puedan llevarse a cabo en talleres especializados. Para lo último, es probable que al analizar el proceso de descarga de la batería sea necesario recargarla al menos una vez, se precisará el uso de un densímetro para obtener datos en relación a la carga de la batería y estimar así su estado de funcionamiento.

Se precisa utilizar otros equipos, como multímetro, densímetro y comprobador de baterías BOSCH BAT 135 para comprobar los resultados mostrados por el equipo FSA – 740, con la finalidad de garantizar el correcto funcionamiento del mismo y realizar una comparativa entre métodos de medición. Al realizarse pruebas enfocadas en las baterías plomo- ácido de los vehículos que circulan en nuestro medio, el acceso a las mismas no es un problema, se espera realizar mediciones que nos ayuden a desarrollar técnicas de diagnóstico en baterías, en especial de la medición de corriente máxima de fuga.

Finalmente se espera culminar con un plan detallado de procedimientos de diagnóstico, acciones correctivas y preventivas, además de características de funcionamiento y parámetros de funcionamiento del sistema.

1.3. JUSTIFICACIÓN

Con la implementación de equipos de diagnóstico BOSCH FSA – 740 y BOSCH BAT 135 se plantea desarrollar un proceso de diagnóstico eficiente para el cuidado de las baterías de plomo – ácido de los vehículos convencionales, de esta manera conservaremos el estado de funcionamiento de la batería durante el tiempo que se estima su vida útil, debido a diversos factores de desgaste que pueden ocurrir en las mismas como son las corrientes de fuga que generan una pérdida de la energía almacenada reduciendo significativamente sus ciclos de carga. Se ha planteado de esta

línea de investigación con la finalidad de proporcionar los datos pertinentes de las baterías plomo – ácidos presentes en el taller con el uso del equipo de la marca Bosch adquirido para la Universidad Técnica del Norte.

En base a encuestas aplicadas a dueños de vehículos en la ciudad de Quito, existe un 65% de personas que cambian la batería de su vehículo por una nueva en un tiempo de entre uno a tres años, además un 28% la reemplaza en menos de 12 meses, y el porcentaje restante, un 7% cambia las baterías a partir de los 3 años de uso o más. Mejorar los procedimientos de control y diagnóstico de fugas de corriente en las baterías plomo – ácido ayuda a optimizar el uso de los ciclos de carga que representan su vida útil, ampliando de esta manera el tiempo en el que deban sustituirse por nuevas baterías. (Ortiz, 2018).

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar la corriente máxima de fuga en la batería de plomo – ácido, su tiempo de descarga y los elementos que influyen en el proceso para optimizar el sistema de alimentación eléctrico del vehículo.

1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar el estado físico y funcionamiento de los componentes de la batería plomo – ácido y de los circuitos que demandan alimentación directa de ella.
- Efectuar la prueba de componentes de medición de la corriente máxima de fugas en la batería utilizando el equipo de diagnóstico FSA 740 de BOSCH.
- Evaluar los resultados obtenidos y compararlos con los datos del fabricante para identificar posibles averías.

1.5. BATERÍA

Una batería eléctrica, también llamada pila o acumulador eléctrico, es un artefacto compuesto por celdas electroquímicas conectadas entre sí y que son capaces de convertir la energía química en su interior en energía eléctrica. Así, las baterías generan corriente continua y, de esta manera, sirven para alimentar distintos circuitos eléctricos, dependiendo de su tamaño y potencia. Las baterías están plenamente incorporadas a nuestra vida cotidiana desde su invención en el siglo XIX y su comercialización masiva en el XX (Ondarse, 2021).

Las baterías poseen una capacidad de carga determinada por la naturaleza de su composición y que se mide en amperios-hora (Ah), lo que significa que la pila puede dar un amperio de corriente a lo largo de una hora continua de tiempo. Mientras mayor sea su capacidad de carga, más corriente podrá almacenar en su interior. El breve ciclo de vida de la mayoría de las baterías comerciales las ha convertido en un potente contaminante de aguas y suelos, dado que una vez cumplido su ciclo vital no pueden recargarse ni reusarse, y son desechadas. Tras oxidarse su cubierta metálica, las pilas vierten al medio ambiente su contenido químico y alteran su composición y su pH. (Guembe, San Martín, & Pascual, 2016).

Una batería debe ser capaz de almacenar la energía necesaria para arrancar el vehículo y alimentar los diversos circuitos eléctricos, manteniéndola disponible en cuanto se requiera por esta razón no debería presentar fugas que descarguen esta energía mientras el vehículo está apagado. Las baterías tienen como función adicional el absorber picos de voltaje que se producen por anomalías en el sistema de carga, de esta forma se protege a los sistemas eléctricos de posibles daños (Guevara, 2017).



Figura 1.1 Variedad de baterías empleadas en la actualidad
(Vergara, 2010)

1.5.1. HISTORIA Y EVOLUCIÓN DE LA BATERÍA

Actualmente, se conoce bien que las baterías son acumuladores de energía y la historia de las baterías viene de no hace mucho tiempo atrás, aproximadamente hace 200 años cuando se comenzaron a fabricar las primeras baterías funcionales, aun así, es preciso entender que el desarrollo de estas se debió a la investigación de muchas personas, varios científicos que con sus conocimientos de los principios de la electricidad y su generación en base a reacciones electroquímicas, sumados al descubrimiento y refinación de nuevos elementos y metales (Mercado & Karenia, 2014).

La diferencia entre las primeras baterías y las actuales es enorme como podemos apreciar en la Tabla 1.1 en donde se comparan algunos detalles.

Tabla 1.1 Diferencia entre primeras baterías y actuales

ANTES	DESPUÉS
Baja Potencia	Alta potencia
Más de 30 kilos	15 kilos aproximadamente
Grandes dimensiones, incluso para vehículos pequeños	Pequeña y portátil
Difícil instalación	Instalación simple y rápida

Mantenimiento regular	Sin mantenimiento a lo largo de su vida útil
Baja autonomía	Hasta 120.000 km en un año
Aleaciones de plomo deficientes	Plomo con pureza del 99,98%
Baja conciencia medioambiental	Materiales Reciclados

Fuente: (EDNA, 2016)

1.5.1.1. Las primeras baterías

Según (BBC, 2017), un arqueólogo alemán descubrió en 1938 un jarrón de arcilla con la peculiaridad de que contenía una barra de hierro en su interior, en su reporte propuso que su hallazgo eran pilas eléctricas, que se componen de 3 partes: un recipiente de arcilla, un cilindro de cobre y una barra de hierro. Estos presentaban marcas de corrosión, por lo que se dedujo que algún componente ácido estuvo presente.



Figura 1.2 Baterías de Bagdad
(BBC, 2017)

Varios investigadores han replicado las vasijas encontradas descubriendo que, si son capaces de producir cargas eléctricas, aunque se desconoce con certeza su aplicación en la antigüedad debido a que la carga que genera es muy baja.

1.5.1.2. Benjamín Franklin y los inicios de la Batería

Benjamín Franklin (1706 - 1790) nació en Estados Unidos donde se le considera como uno de los padres fundadores. Como científico realizó investigaciones en el campo de la electricidad, matemática, cartografía y medicina, además de haber sido diplomático, inventor y escritor. El punto de partida en sus investigaciones sobre la electricidad es el desarrollo del pararrayos en donde intentaba demostrar que podría almacenar energía proveniente de la naturaleza, en este caso de los rayos. Introdujo los términos de electricidad positiva y negativa, conductor eléctrico y batería que son usados hoy en día (Lifeder, 2022).

Los términos que Franklin popularizó desde su época le llevaron a enunciar el Principio de Conservación de la electricidad, además que la idea del pararrayos fue debido a su intento de cargar una botella de Leyden como la que se muestra en la Figura 1.3, que era una batería primitiva desarrollada por varios científicos de la época. Mediante esta botella, se pudo observar que la corriente eléctrica no es más que un fluido de cargas positivas y negativas, y que la electricidad es la misma tanto si proviene del cielo como de la tierra (Martínez N. , 2010).



Figura 1.3 Botella de Leyden.

(Frauca, 2021)

En el año de 1751 se publicaron los descubrimientos de Franklin en un libro llamado Experimentos y Observaciones sobre Electricidad, este fue conocido en varios países,

uno de ellos fue Francia, en donde se conoció que aquel experimento desarrollado por Franklin con el pararrayos ya había sido realizado con anterioridad (Marcos, 2020).

1.5.1.3. Alessandro Volta y la Pila Voltaica

En 1745 Alessandro Volta nace en Italia, en donde desde temprana edad le tomó gran interés a la física, la química y la aún no muy desarrollada electricidad. En 1774 ejerce como profesor de física comenzando sus investigaciones que lo plasmarían en la historia. Por aquella época, se destacaba otro físico, llamado Luigi Galvani quien había descubierto los efectos de la electricidad en músculos de seres vivos. Galvani descubrió la electricidad animal al experimentar en ranas y al notar que el contacto de metales con un nervio y músculo de tejido cortado provocaba contracciones (Rivera, 2015).

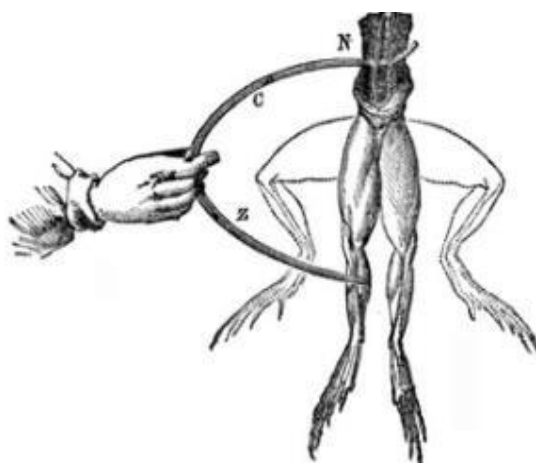


Figura 1.4 Experimento de bioelectricidad en una rana.
(Frauca, 2021)

Mientras tanto, en 1775, Volta mientras trabajaba como profesor inventa el electróforo perpetuo, el cual era un aparato que consistía en un disco de metal conductor unido a un mango aislante y que, por inducción electrostática podía transferir electricidad a otros objetos cuando estaba cargado. Descubrió que el gas que emanaba de materia orgánica en descomposición era metano, con lo que creó la lámpara de Volta reemplazando al aceite (Chaparro, 2018).

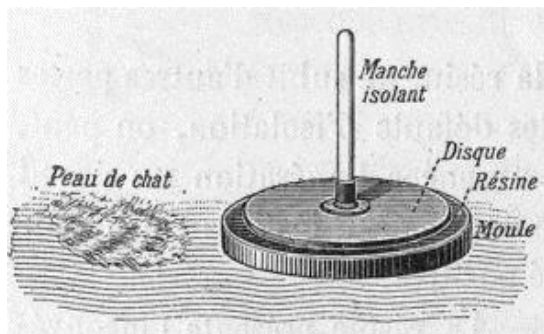


Figura 1.5 Electrógrafo perpetuo de Volta.
(Mentado, 2020)

Para 1778 se convertiría en profesor en Italia, año en el cual Luigi Galvani había avanzado con su investigación de electricidad animal, concluyendo que existía un fluido eléctrico proveniente de los órganos vitales, esto decidió investigarlo Volta por su cuenta, al hacerlo se dio cuenta que lo que producía la electricidad no eran los animales, eran los metales, lo cual confirmó con su invento más famoso: La pila voltaica, lo cual eran pares de discos conductores apilados, separados entre sí y recubiertos por salmuera, esto se convirtió en la base para el estudio del electromagnetismo (Chaparro, 2018).

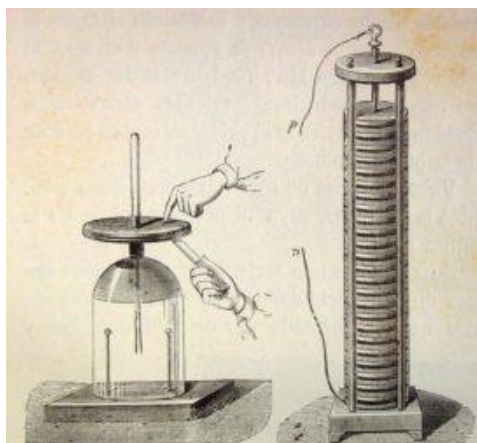


Figura 1.6 Condensador y pila de Volta.
(Mentado, 2020)

Volta empleó su invento en medicina, donde tenía relevancia en tratamientos para la sordera, en base a este invento se desarrollarían diversos tipos de baterías apuntando a mejorar su eficiencia, capacidad y duración (Frauca, 2021).

1.5.1.4. John F. Daniell y la batería de celdas

A partir del año 1836, John Fredric Daniell un inventor británico marcaría el inicio de la evolución de la batería, partiendo por solucionar el gran problema de la Pila de Volta, que no suministraba la corriente eléctrica por tiempos prolongados mediante el desarrollo de una celda que lleva su nombre y que es el principio de funcionamiento de las baterías actuales (Electrónica Fácil, 2020).

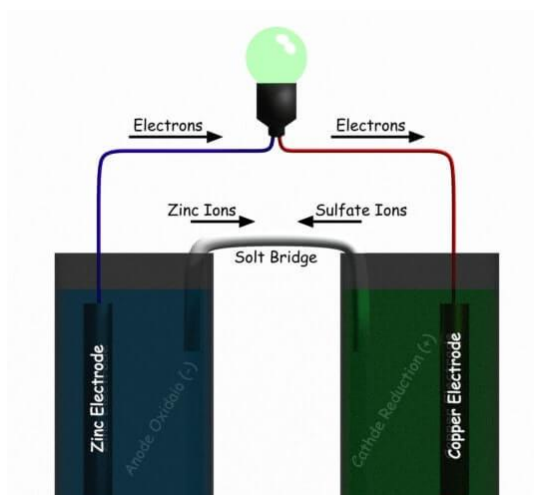


Figura 1.7 Principio de funcionamiento de la Celda Daniell
(Electrónica Fácil, 2020)

En la Figura 1.7 se observa cómo logró Daniell solucionar el problema de Volta, empleando 2 sulfatos unidos por un puente salino solucionó el problema de polarización que reducía la eficiencia de la Pila de Volta, logrando producir 1,1 V por mucho más tiempo convirtiéndola en una de las primeras en industrializarse (Frauca, 2021).

1.5.1.5. Gastón Planté y la batería Plomo-Ácido

Planté fue un científico francés que en el año de 1859 inventa la primera batería recargable de plomo – ácido la cual consistía de láminas de plomo separadas por una banda de goma y sumergidas en ácido sulfúrico, dentro de un recipiente de vidrio, con esto se lograba un voltaje superior a la pila de Volta además de recargarse sin sustituir componentes simplemente haciendo pasar una corriente en sentido inverso, esto hizo que esta batería fuese muy comercializada, llegando justo durante el inicio de la

industrialización mundial (Microtex, 2021).

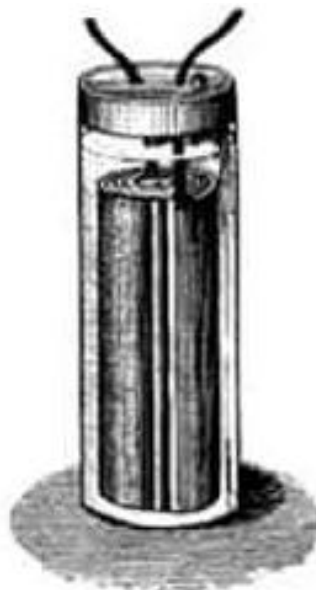


Figura 1.8 Primera batería recargable plomo-ácido
(Microtex, 2021)

En la Figura 1.8 se puede apreciar una de las 9 celdas que componen la batería desarrollada por Planté, estaban alojadas en una caja de madera y conectados sus terminales en paralelo. A pesar de este gran avance que representó para la época, aun había la necesidad de seguir innovando, mejorando su capacidad y la duración de la corriente al descargarse.

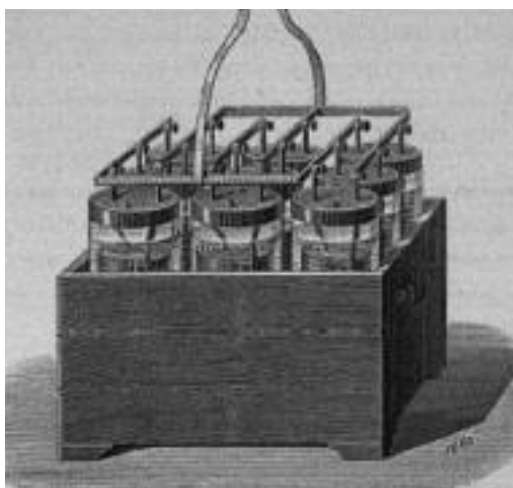


Figura 1.9 Prototipo de batería Plomo – Ácido recargable.
(Frauca, 2021)

Al desarrollo de la nueva batería recargable se suman los esfuerzos de Camille

Alphonse Fauré, quien en 1880 logró aumentar la duración de la corriente al aplicar una pasta elaborada con óxidos de plomo, agua y ácido sulfúrico alrededor de las planchas de plomo. En 1881 Ernest Volkmar implementa una rejilla de plomo lo que aumentaba la capacidad de la batería, además de la idea de Scudamore Sellon quien mejoró dicha rejilla con antimonio, de esta manera sería más fácil de fabricar. Mediante el uso de las baterías de plomo que continuaban mejorando, se dio inicio a una nueva era de coches eléctricos siendo así que en 1899 un coche eléctrico alimentado por baterías plomo – ácido alcanzó los 109 km/h (Microtex, 2021).



Figura 1.10 Camille Jenatzy en su coche eléctrico que alcanza 109 km/h (Microtex, 2021)

Debido a la gran transformación industrial y tecnológica que se estaba llevando a cabo, era evidente que la producción y comercialización de las baterías debía crecer por igual para alimentar a las diversas máquinas que comenzaban a aparecer.

1.5.1.6. Primeras baterías de Níquel

En 1899, el sueco Waldemar Jungner crea la batería alcalina de Níquel - Cadmio que posteriormente sería reemplazadas por las baterías Níquel – Hierro desarrolladas por Thomas Alba Edison esto fue debido a prohibiciones de emplear elementos tóxicos en las baterías y para reducir costos en comparación con las baterías plomo – ácido. Estos dos últimos tipos de baterías son de las más comercializadas actualmente debido a su facilidad de recarga (Canaribat, 2022).

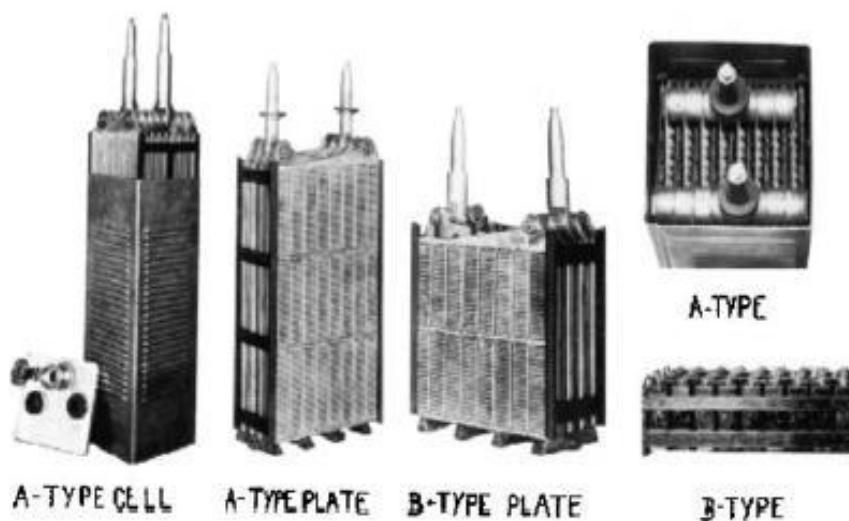


Figura 1.11 Variedad de las primeras baterías Níquel – Cadmio.
(Frauca, 2021)

Debido a las características y ventajas que posee la batería de Níquel en comparación con la batería plomo – ácido tales como una mayor vida útil, mejor rendimiento a bajas temperaturas, mayor capacidad de carga y menor tamaño se empleó en gran medida para equipos portátiles.

1.5.1.7. Inicios de las baterías de Ion-Litio

Este tipo de baterías presentan la tecnología más avanzada respecto al almacenamiento de corriente para vehículos, esto hubiese sido posible sin aprovechar las investigaciones de todos los científicos mencionados anteriormente cuyos aportes podemos verlos en la Tabla 1.2.

Tabla 1.2 Evolución de las baterías.

HISTORIA DE LAS BATERÍAS CONVENCIONALES		
AÑO	AUTORES	DESCUBRIMIENTO
1600	William Gilbert (Inglaterra)	Introdujo el término electricidad a partir de sus estudios sobre electrostática.
1780	Luigi Galvani (Italia)	Descubre el fenómeno de la corriente electroquímica y la bioelectricidad.

1800	Alessandro Volta (Australia)	Construye la primera batería primaria, conocida como pila de Volta.
1801	Humphry Davy (Reino Unido)	Descubrió el sodio y el potasio y consiguió aislarlos mediante electrolisis del hidróxido sódico.
1807	Johann Wilhelm Ritter (Alemania)	Construye el primer acumulador de la historia, con 50 discos de cobre.
1834	Michael Faraday (Reino Unido)	Descubre la inducción electromagnética, el diamagnetismo y la electrólisis.
1836	John Frederic Daniell (Reino Unido)	Invencción de la pila Daniell
1860	Gastón Planté (Francia)	Construyó la primera batería recargable de plomo – ácido.
1880	Thomas Alva Edison (Estados Unidos)	Construye un dínamo para facilitar la recarga de baterías.
1899	Waldemar Jungner (Suecia)	Construye la batería alcalina de níquel – cadmio.
1901	Thomas Alva Edison (Estados Unidos)	Proyecta la batería de níquel – hierro.

Fuente: (Frauca, 2021; Fulla, 1994)

El desarrollo de las baterías de Litio inicia con la búsqueda de nuevos elementos que mejoren la eficiencia de las baterías ya disponibles, es así que en 1979 se conoce del Óxido de Litio – Cobalto que podría emplearse como electrodo positivo. En 1985 se perfecciona esta tecnología por Akira Yoshino, quien desarrolla baterías de Litio con material carbonoso, años más tarde y a partir del 1991 y como se muestra en la Figura 1.12, las baterías de Iones de Litio recargables comienzan a comercializarse por todo el mundo mediante la compañía Sony y la empresa en donde Akira Yoshino trabaja que es Asahi Kasei (Blue Batteries, 2021).

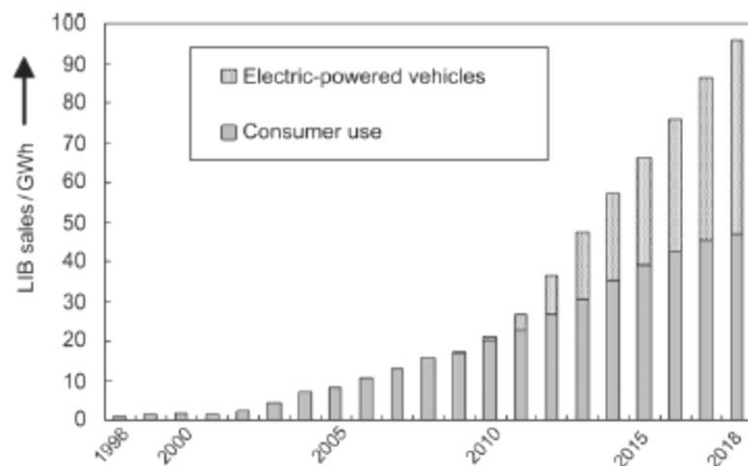


Figura 1.12 Incremento de la comercialización de Baterías de Litio.
(Frauca, 2021)

1.5.2. BATERÍAS PLOMO – ÁCIDO ACTUALES

El desarrollo tecnológico y comercial que han tenido las baterías de Plomo – ácido desde su invención hasta la actualidad ha sido inmenso y si bien es cierto que el ámbito energético ha evolucionado y generado nuevas formas de alimentar a los circuitos eléctricos y electrónicos, este tipo de baterías se han convertido en las más comercializadas para el arranque de los vehículos de combustión interna (Barreiro, 2020).



Figura 1.13 Vista frontal de una batería plomo – ácido

1.5.2.1. Características de las Baterías de Plomo – Ácido

La batería de arranque es un elemento primordial en el vehículo, es el encargado de suministrar energía a todo el sistema eléctrico del vehículo, trabaja cuando el motor de combustión necesita encenderse a través del motor de arranque, es en este momento en donde la batería alcanza su más alto desempeño. La capacidad de arranque es efectiva

durante 10 segundos en los cuales la batería alcanza su máximo amperaje a entregar (Pancha, Rojas, Romero, & Nejer, 2019).

Según (HDI Battery, 2015) las principales características con las que cuentan las baterías de Plomo – Ácido, son las siguientes:

- Alta confiabilidad y estabilidad.
- Funcionamiento óptimo ante descargas, sobre cargas, almacenamiento prolongado y vibraciones.
- Son muy seguras y herméticas.
- Existen de dos tipos: libre de mantenimiento o selladas y abiertas a las que se puede realizar un mantenimiento simple al controlar el nivel del electrolito.
- Sus rejillas gruesas ayudan a aumentar su rendimiento, vida útil, potencia y duración.

1.5.2.2. Funciones de la batería

Conforme explica (VZH, 2020) una batería debe ser capaz de cumplir con las siguientes funciones:

- Siempre debe estar lista para suministrar la corriente eléctrica que demande el motor de arranque y al sistema de encendido
- Alimentar a los accesorios del vehículo cuando el motor esté apagado y por lo tanto el alternador no envíe corriente.
- Alimentar a los accesorios del vehículo cuando el motor esté encendido pero el alternador no abastezca la demanda de corriente.
- Estabilizar el voltaje, atenuando posibles voltajes altos que presenten un vehículo para los circuitos electrónicos.

1.6. PARÁMETROS DE UNA BATERÍA PLOMO – ÁCIDO

Los parámetros de la batería, según (Guembe et al., 2016) son conceptos que definen el comportamiento de una batería, conceptos que serán empleados durante la estimación del estado de una batería.

1.6.1. CAPACIDAD NOMINAL

Según (Rosas & Trujillo, 2022) la capacidad de una batería se refiere a la cantidad de electricidad que puede almacenarse en una batería y en este caso, al tratarse de la capacidad nominal es la capacidad máxima que una batería completamente cargada puede contener, esto viene fijado por el fabricante, se mide en Amperios-hora y significa así además que el valor de la capacidad nominal es la cantidad de corriente que puede suministrar una batería en un tiempo determinado.

1.6.2. CAPACIDAD REAL

Es la capacidad de una batería, medida en cualquier instante y condición de trabajo y que puede ser mayor o menor a la capacidad nominal fijada por el fabricante, esta variación puede deberse a factores tales como: temperatura, tasas de descarga y condiciones de trabajo (Camacás, 2021).

1.6.3. VOLTAJE DE CELDA

Este voltaje es representado por cada una de las celdas que componen una batería, la potencia que puede alcanzar se determina a factores físicos de construcción como son materiales, dimensiones y elementos presentes en el electrolito, tampoco es un valor constante ya que depende del estado de carga de la batería y sus condiciones de trabajo o almacenamiento, pero de encontrarse en condiciones óptimas, el voltaje nominal de cada celda sería 2,1V (Guevara, 2017).

1.6.4. VOLTAJE NOMINAL

Puede decirse que este voltaje es el valor teórico o valor óptimo que debería tener una batería en buen estado y que puede alimentar los circuitos sin problema, este voltaje es de 12,6V el cual se define al multiplicar el valor ideal de cada celda que es 2,1 por las 6 celdas de las que está compuesta la batería (Guevara, 2017).

1.6.5. VOLTAJE DE CIRCUITO ABIERTO

Este voltaje es definido por (Guevara, 2017) como aquel voltaje real tomado de las celdas de la batería tras dejarla reposar por varias horas, aproximadamente unas 24 horas luego de un proceso de carga o descarga, esperando así que se estabilice y la suma de cada uno de los voltajes de las 6 celdas será el valor real de la carga.



Figura 1.14 Vista de las celdas vacías de una batería plomo – ácido
(Guevara, 2017)

1.6.6. DESEMPEÑO DE ARRANQUE EN FRÍO

Este es un parámetro definido por el fabricante en el que se determina la capacidad de una batería para suministrar una cantidad de energía que sea capaz de encender el motor de combustión y a una temperatura ambiente baja previamente establecidas. Esto dependerá de su construcción, en la cantidad de placas y su superficie de contacto porque así el tiempo en que se suministra la energía se reduce (Guevara, 2017).

1.6.7. TASA DE CAPACIDAD DE DESCARGA

Esto se refiere a la cantidad de corriente que puede suministrar una batería completamente cargada durante un determinado tiempo hasta agotarse y sin tener que recargarse.

1.6.8. AUTO DESCARGA

La autodescarga es simplemente la pérdida de la capacidad nominal de la batería, es decir, que existan fugas de corriente mientras la batería se encuentra en circuito abierto sin uso, o en almacenamiento. Esto también puede suceder mientras la batería se encuentra en funcionamiento debido a factores ambientales que deterioren su estado o incluso por su tiempo de servicio (Guevara, 2017; Camacás, 2021).

1.6.9. ESTADO DE CARGA (SOC)

Expresa el porcentaje de carga de la batería entre 0% a 100% permitiendo de esta manera conocer su estado o la carga restante.

1.7. ESTRUCTURA DE UNA BATERÍA PLOMO - ÁCIDO

1.7.1. CAJA DE LA BATERÍA

Este elemento de la batería es simplemente la carcasa de la misma, un recipiente que encierra a los elementos que almacenan la energía como lo son el electrolito y demás componentes conductores, posee las divisiones en donde se alojarán cada una de las celdas. Para resistir al ácido que contiene en su interior, además de brindar protección a los demás elementos, son fabricadas en polipropileno (VZH, 2010).



Figura 1.15 Caja de una batería plomo – ácido
(Guevara, 2017)

1.7.2. TAPA

Está ubicada en la parte superior de la batería, y junto con la caja se encarga de sellar los componentes internos de la batería, se fabrica del mismo material que la caja y es unida a ella permanente usando altas temperaturas durante su fabricación, aquí vienen alojados los tapones de cada celda que sellan el acceso a cada una de las celdas, pero que pueden ser removidos para el mantenimiento de la batería, además de que cuenta con respiraderos para eliminar la acumulación de gases en su interior, estos pueden estar en el lateral de la tapa o directamente en los tapones (VZH, 2010; Guevara, 2017).



Figura 1.16 Tapa de batería
(Guevara, 2017)

1.7.3. PLACAS, REJILLAS Y SEPARADORES

Los bloques de las celdas están compuestos por las placas, rejillas y separadores, estos elementos influyen en la capacidad de la batería, las placas no son más que material activo impregnado en las rejillas, para determinar si estas son positivas o negativas depende del material, las placas positivas están compuestas por peróxido de plomo (PbO_2) que es de un color marrón oscuro, en cambio, las placas negativas son compuestas por plomo esponjoso (Pb) que es de color gris (VZH, 2010; Guevara, 2017).

Las rejillas son armazones que soportan los materiales activos se manufacturan en plomo puro con una pequeña parte de antimonio (5% – 12%) el cual incrementa su rigidez, el porcentaje de este se basa en el esfuerzo exigido a la batería el porcentaje de antimonio aumenta conforme el esfuerzo es mayor ya que de no ser así, las rejillas se torcerían (Torres, 2013).

Los separadores tienen como finalidad el impedir que las placa positivas y negativas se toquen entre sí, puesto que están colocadas muy cerca la una de la otra dentro de cada bloque de celdas, de llegar a tocarse provocaría u corto circuito averiando la batería, por otra parte deben de fabricarse de un material resistente al ácido pero que permita la conducción electrolítica libre al permitir el flujo del electrolito, existen muchos materiales de los que pueden ser fabricados pero usualmente el polietileno es el más utilizado (VZH, 2010; Guevara, 2017).

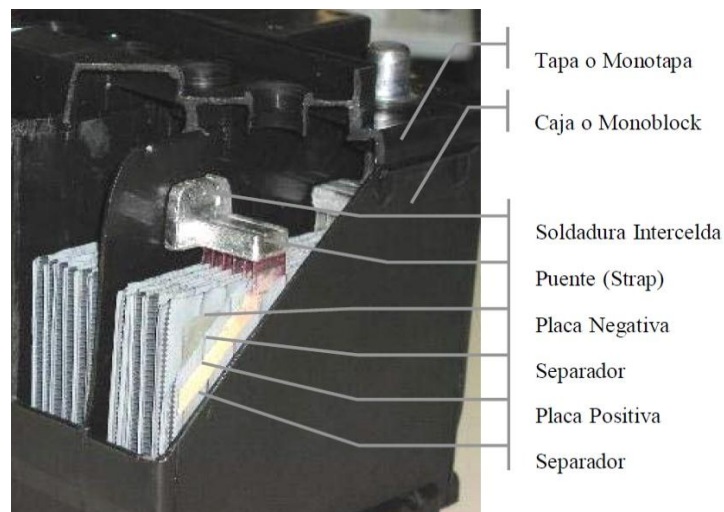


Figura 1.17 Placas y rejillas
(VZH, 2010)

1.7.4. ELECTRÓLITO

Es una solución compuesta por 36 partes de ácido sulfúrico y 64 partes de agua la cual se encarga de conducir la energía entre los componentes internos, llenando los espacios de las celdas permaneciendo siempre en contacto con el material activo de las placas (VZH, 2010).



Figura 1.18 Nivel de electrolito
(Guevara, 2017)

1.7.5. POLOS TERMINALES

Los polos terminales son fabricados en aleaciones de plomo, son dos terminales que cuentan con diferentes polaridades, positiva o negativa, esto es debido a que cada uno es producto de la conexión de las placas positivas o negativas de cada celda respectivamente, en estos terminales se encuentra el voltaje de todo el circuito (12,6V). Para diferenciar la polaridad de cada terminal, suele venir marcada al misma en la tapa de la batería, además de que el diámetro del terminal positivo suele ser mayor que el del negativo (Guevara, 2017).

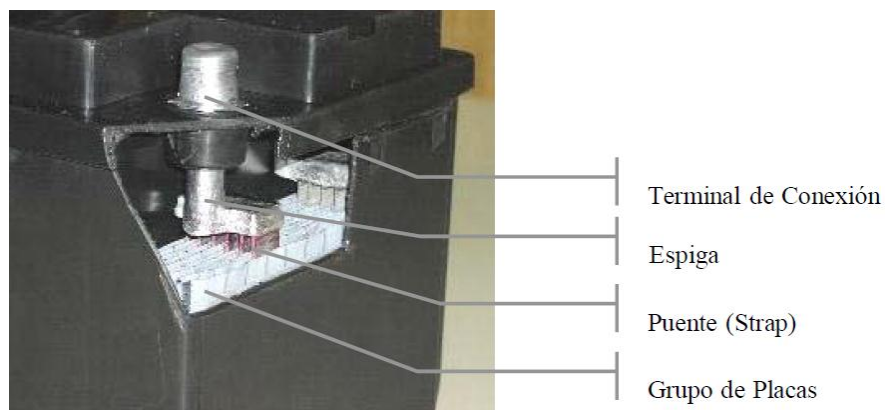


Figura 1.19 Nivel de electrolito
(VZH, 2010)

1.8. COMPROBACIÓN DEL ESTADO DE CARGA EN BATERÍAS PLOMO – ÁCIDO

Para comprobar el estado de carga en este tipo de baterías, existen métodos de estimación que poseen ventajas y desventajas, podemos combinar algunos de ellos para mejorar esta estimación, además de que dependiendo de la condición del sistema unos podrían ser más adecuados que otros, a continuación, se detallarán los métodos más aplicados.

1.8.1. PRUEBA DE DESCARGA

Este método consiste simplemente en someter a la batería a procesos de carga y descarga en condiciones controladas, el problema con este método es el tiempo que

toma realizarlo y durante el cual no se puede hacer uso de los componentes eléctricos del vehículo (Guembe et al., 2016).

1.8.2. MEDIDA DIRECTA

Es un método teórico en el que se asume una corriente de descarga constante la cual se multiplica por el tiempo que tarda la batería en descargarse obteniendo así el valor de la capacidad de la batería, esto en condiciones reales no es muy preciso ya que la corriente de descarga no es constante y tampoco sirve el conocer el estado de carga de una batería descargada (Martínez, 2017).

1.8.3. MEDIDA DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA

Este método suele ser conocido como medida de densidad relativa la cual se basa en que la densidad del electrolito disminuye de forma lineal a la descarga de la batería, es decir, que al medir la densidad del electrolito en cada una de las celdas podemos conocer el estado de carga de la batería, aun así, este método solo se lo puede realizar obviamente teniendo acceso al electrolito y no nos permite conocer la capacidad total de la batería (Guembe et al., 2016; Martínez, 2017).

1.8.4. MEDICIÓN DE LA TENSIÓN DE CIRCUITO ABIERTO

Este método tiene el mismo principio que el anterior y es que el voltaje de una batería en circuito abierto varía de forma lineal con su estado de carga, su desventaja es que para medir este voltaje se debe esperar varias horas con la batería en reposo para que el voltaje se estabilice, esto es útil para baterías con largos periodos de descanso, pero usualmente se utiliza para complementar a otros métodos de medición (Guembe et al., 2016).

1.8.5. IMPEDANCIA INTERNA

La impedancia interna de una batería se refiere a la resistencia que se presenta ante la circulación de corriente esto se debe a que en los procesos de carga o descarga existe en los componentes químicos internos una ligera variación que puede ser medida para

así conocer el estado de carga los problemas que se tiene con este método es que resulta difícil la medición y la temperatura de trabajo influye en su precisión (Guembe et al., 2016; Martínez, 2017).

1.8.6. ESTIMACIÓN BASADA EN LA INTENSIDAD

Llamado también Coulomb Counting en el que hay que integrar la corriente de entrada y salida de la batería, para ello se debe integrar las intensidades de carga y descarga de la batería en el tiempo, este es el método más preciso para estimar la carga pues comprende ambos tipos de corriente, realizando un balance energético. Los problemas que presenta este método es que para realizarlo se debe conocer primero el estado de carga inicial y la precisión de este disminuye en función del envejecimiento de la batería (Guembe et al., 2016; Martínez, 2017).

1.9. NORMATIVAS

Las baterías de Plomo – Ácido están sujetas a ciertas normas que deben cumplir en su fabricación para poder ser comercializadas en los distintos países, en Ecuador, la entidad encargada de establecer estas normas es el INEN (Instituto Nacional de Estandarización y Normalización). Como lo sugiere (INEN, 2015) en la norma NTE INEN 1498 que trata sobre los ensayos en vehículos automotores con baterías Plomo – Ácido en la cual describe los siguientes métodos aplicables a todo tipo de baterías Plomo – Ácido:

- Acondicionamiento.
- Ensayo de aceptación de carga.
- Ensayo de capacidad C20.
- Ensayo de descarga rápida (prueba en frío).
- Ensayo de ciclos de vida.
- Ensayo de vibración.
- Ensayo de capacidad de reserva.

1.9.1. ROTULADO

De igual forma como lo expresa (INEN, 2014) en la norma NTE INEN 1499 sobre los requisitos que deben cumplir las baterías plomo – ácido para emplearse en vehículos automotores, en la sección de Rotulado y Ensamblaje indica la información que debe constar en el rotulado de cada batería y son los siguientes:

- Voltaje nominal.
- Capacidad C20.
- Descarga rápida.
- Grado.
- Capacidad de reserva.
- Tipo.
- Fecha de fabricación.
- Marca o identificación del fabricante.
- Número de esta norma.



Figura 1.20 Rotulado de una Batería plomo – ácido.
(Guevara, 2017)

1.9.2. REQUISITOS

Como lo menciona (INEN, 2014) en la norma NTE INEN 1499 en el apartado de requisitos que deben cumplir las baterías Plomo – Ácido, están:

- Capacidad C20.
- Aceptación de carga.
- Descarga rápida.

- Capacidad de reserva.
- Se acepta una tolerancia de -3%.

Estos requisitos se pueden apreciar en la Figura 1.21, ordenados en base a su tensión nominal y con la tolerancia de -3% establecida.

Número de orden	Tensión nominal (V)	Capacidad C ₂₀ (Ah)	Aceptación de carga (A)	Descarga rápida (A)	Grado (Unidades de vida)	Capacidad de reserva (mm)
Tolerancia	--	--3%	--3%	--3%	--	--3%
1	6	75	7	350	4	130
2	6	90	8	400	5	155
3	6	110	8,7	435	6	175
4	6	115	9	450	7	185
5	6	125	10,5	525	8	210
6	6	140	13	650	10	235
7	6	170	15,6	780	12	305
8	8	185	16	800	10	340
9	8	200	16,4	820	12	350
10	12	35	3	150	4	40
11	12	40	4,2	210	4	50
12	12	45	5,1	255	4	60
13	12	48	5,2	260	4	65
14	12	50	5,4	270	5	70
15	12	55	5,6	280	5	80
16	12	60	5,8	290	5	85
17	12	65	6,8	340	5	90
18	12	70	7,2	360	6	105
19	12	80	7,6	380	6	130
20	12	85	7,8	390	6	140
21	12	95	8	400	7	160
22	12	100	8,4	420	8	160
23	12	115	9,2	460	8	185
24	12	125	10,5	525	9	210
25	12	140	12,8	640	10	240
26	12	155	13	650	10	265
27	12	170	15,6	780	12	300
28	12	185	16	800	12	340
29	12	200	16,4	820	12	350

Figura 1.21 Requisitos de capacidades según norma INEN 1 499 (INEN, 2014)

CAPÍTULO II

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION

En el presente capítulo se detallan los métodos aplicados al proyecto de investigación, su enfoque, materiales y procesos que en conjunto nos permitieron realizar el diagnóstico de la corriente de fuga máxima de una batería plomo – ácido para cumplir cada uno de los objetivos propuestos, además, mediante diagramas de flujo se logró detallar paso a paso el proceso que conlleva cada una de las mediciones llevadas a cabo y que esta parte experimental apoyada en la teoría, resultado de la revisión bibliográfica en fuentes con respaldo científico permitió obtener resultados precisos y coherentes para su posterior análisis y conclusión.

2.1.1. ENFOQUE INVESTIGATIVO

La investigación estuvo enfocada en la toma de datos y su análisis comparativo mediante el uso de equipos de diagnóstico electrónico aplicados en baterías plomo – ácido que facilitan conocer el estado de la batería en condiciones reales de funcionamiento lo cual fue fundamental para realizar diagnósticos acertados en el menor tiempo posible, el diagnóstico de un problema es la parte fundamental en el mantenimiento que permite decidir el procedimiento a seguir para la respectiva corrección de problemas.

2.1.2. MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN

2.1.2.1. Método Documental

El método documental fue necesario ya que nos permitió recopilar información técnica relacionada con el proyecto de investigación, conocer a profundidad el sistema a diagnosticar, así como sus características, tipos, parámetros, además de comparaciones e investigaciones similares llevadas a cabo a través de los años, lo que mejoró el

enfoque de la misma y trazó el mejor curso para el desarrollo de la investigación, la información recolectada debía ser de calidad por lo cual se prefirió las fuentes de información con mayor respaldo, como libros, tesis, artículos científicos, manuales e información en los sitios web de fabricantes de equipos y partes automotrices.

2.1.2.2. Método Experimental

El método experimental facilitó la toma de datos necesarios para la investigación, se emplearon equipos de medición para tomar varios valores que posteriormente serían analizados y comparados para generar un diagnóstico, este método nos permitió analizar la condición de la batería en relación con su estado, su carga, la densidad del electrolito, entre otros factores que pudiesen generar variación en las mediciones.

2.1.2.3. Método Analítico

Permitió analizar las variables numéricas que se encontraron en las mediciones realizadas, esto ayuda a dar un diagnóstico respecto a un momento dado, ayudó a conocer el estado real de la batería en valores que puedan ser comparados.

2.1.2.4. Método Cuantitativo

Con ayuda de este método se logró vincular los datos numéricos encontrados en base a las mediciones realizadas con el equipo electrónico y los datos teóricos o prácticos encontrados por investigaciones anteriores o parámetros fijados por el fabricante, permitió generar un diagnóstico al comparar con datos encontrados por mediciones similares realizadas con otros equipos o tomando en cuenta otros factores, como lo es la relación de la densidad del electrolito de la batería con su estado de carga.

2.1.2.5. Método Explicativo

Finalmente, con ayuda de este método, no solo se encontró una causa a los valores

encontrados, si no que se puede definir varias alternativas de diagnóstico teniendo en consideración posibles fallas similares, denotando que valores similares pueden ser generados por diversas fallas.

2.2. MATERIALES Y EQUIPOS.

2.2.1. MATERIALES.

2.2.1.1. Camioneta Volkswagen Amarok

La Universidad Técnica del Norte dispone de una camioneta Volkswagen Amarok al servicio de la carrera de Ingeniería Automotriz, vehículo que cuenta con sistema OBD II. En la tabla 2.1 se representa las características técnicas de la camioneta Amarok a Diesel.

Tabla 2.1 Características Técnicas Camioneta Amarok 2011

Nombre	Detalle
Color	Plomo
Motor	Diesel biturbo, 4 cilindros en línea
Cilindrada	1.968 cc (2.0litros)
Potencia máxima	163CV (120Kw) a 4000 rpm
Par	40,7 kgm (400Nm) a 1500 rpm
Consumo	7,8 l/100 km
Relación de compresión	18.5: 1
Tracción	4x2
Longitud/ancho/alto	525 x 194 x 183 cm
Peso	1963 kg
Cambio	Manual de 6 velocidades
Neumáticos	245/70 R16
Depósito	80 litros

Fuente: (Autofácil, 2011)



Figura 2.1 Camioneta Volkswagen Amarok 2011

En la figura 2.1 se observa la camioneta color plomo que va ser empleada para realizar las mediciones con los equipos de diagnóstico electrónico en el sistema de carga y batería plomo – ácido.

2.2.1.1. Batería DACAR de 12 V

La batería dispuesta para las mediciones se encuentra dentro de la camioneta Volkswagen Amarok, posee un voltaje de 12 V y se encuentra en buenas condiciones, siendo una batería semi nueva. En la Tabla 2.2 podemos apreciar sus características y especificaciones provistas por el fabricante.

Tabla 2.2 Especificaciones y Características de Batería

Característica	Valor
Voltaje	12 V
C20	100 Ah
Reserva (Min)	170 min
CCA (-18°C)	875 A
CA (-0°C)	1050 A
Largo	352 mm
Ancho	175 mm
Alto	190 mm

Fuente: (Baterías Dacar, 2021)



Figura 2.2 Batería DACAR 12 V
(Baterías Dacar, 2021)

En la Figura 2.2 se muestra la batería con la que está equipada la camioneta y en la que fueron realizadas las pruebas de medición respectivas.

2.2.2. EQUIPOS DE DIAGNÓSTICO

2.2.2.1. Equipo Bosch FSA-740

El equipo de diagnóstico electrónico BOSCH FSA 740 es un módulo de medición que permite realizar comprobaciones rápidas y precisas en el taller automotriz a los diversos vehículos, además de ser portátil contiene un sistema informático completo para brindar soluciones de diagnóstico, es un equipo innovador que aumentará la eficiencia en el taller. Es por esta razón que se ha tomado este equipo como el protagonista en el proyecto de investigación, enfocando sus capacidades hacia el diagnóstico en baterías plomo – ácido.

Según (Bosch, 2022) posee además ciertas ventajas en relación a otros equipos de diagnóstico actuales ya que permite un diagnóstico de variedad de parámetros, entre sus características se destacan:

- Sistema Premium de Medición.

- Comprobación de componentes sin tener que desmontarlos.
- Medición de descarga de baterías de 24 horas.
- Generación de señales para sensores.
- Software bien estructurado y de fácil manejo.
- Módulo de diagnóstico ESI [tronic] 2.0 Online.
- Conectividad inalámbrica.



Figura 2.3 Equipo FSA-740
(Bosh, 2022)

En la figura 2.3 se observa el equipo que fue empleado para las mediciones de la corriente de fuga en la batería plomo - ácido, este equipo es de alta tecnología y de manera fácil de utilizar para el diagnóstico completo del automóvil.

En la Tabla 2.3 se detallan las características técnicas del equipo con los rangos de medición que soporta en los distintos sistemas del vehículo.

Tabla 2.3 Características Técnicas Equipo FSA-740 (Bosch)

Nombre	Detalle
Osciloscopio de 2 canales	La Tasa de escaneado 50 MS/s
Generador de señales	10 a 12 V con 4 formas de señal, 1 Hz a 1 kHz
Rango de medición de voltaje	0 a 60 V
Rango de medición de corriente	0 a 1000 A
Rango de medición de resistencia	0 a 1 M Ω
Rango de medición del voltaje de encendido	hasta \pm 50 kV
Rango de medición de la velocidad de rotación	100 a 12 000 1/min
Rango de medición de la temperatura del aceite	-20 °C a 150 °C
Rango de medición de la temperatura del aire	-20 °C a 100 °C
Rango de medición de la presión (atmosférica)	-800 hPa a 1500 hPa
Rango de medición de la presión de líquido	0 a 1000 kPa
Número de pruebas de componentes	50 preconfiguradas
Número de procedimientos de prueba guiados	18 (con valores establecidos)
Número de señales del sensor visibles simultáneamente	6
Fuente de alimentación	220 V AC - 240 V AC, 50 / 60 Hz, 700 W
Rango de temperatura de funcionamiento	5 °C a 40 °C
Dimensiones (alto x ancho x longitud)	1780 x 860 x 760 mm
Peso	91 kg

Fuente: (Bosh, 2022).

2.2.2.2. Multímetro Automotriz Bosch

El multímetro profesional de Bosch es un equipo de medición electrónico que permite realizar varias pruebas eléctricas en vehículos, pruebas que incluyen mediciones de voltaje, amperaje y resistencia, además que permite identificar cables y corto circuitos. Según (Bosch, 2019) algunas de sus funciones son:

- Pruebas de encendido, carga y suministro de combustible.
- Indicador de batería baja.
- Protección contra sobrecarga en todos los rangos.
- Localizar cableado y componentes defectuosos.
- LCD digital extra grande y fácil de leer.
- Indicación automática de polaridad inversa.
- Recordatorio de conexión de cables de prueba en pantalla.



Figura 2.4 Multímetro Automotriz Bosch
(Bosch, 2019)

En la Figura 2.4 se observa el multímetro de la marca BOSCH que se ha empleado para la toma de medidas y comprobación en el proyecto de investigación de forma inmediata.

2.2.2.3. Cargador de Baterías de 12 V Truper

El cargador de baterías con el que cuenta el taller de mecánica automotriz, no es un equipo de diagnóstico en sí, pero nos permitió tal como su nombre indica, recargar la batería cuantas veces sea necesario y según la misma batería lo permita. Según (Truper, 2023) las características de este cargador de baterías manual son:

- Ideal para baterías convencionales de automotores.
- Cuerpo en lámina de acero.
- Selector de velocidad de carga.
- Caimanes de latón y cuerpo de plástico
- Amperímetro y protector térmico.
- Función de arrancador para un encendido inmediato del motor de combustión interna.

Tabla 2.4 Especificaciones Técnicas del cargador de baterías manual Truper

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
Tensión / Frecuencia	127 V (CA) / 60 Hz
Velocidad de carga continua	35 A impulso y 20 A carga 2 A mantenimiento
Arranque intermitente	200 A
Para baterías (salida)	12 V CC
Ciclo de trabajo en arranque	200 A Intermitentes: 3 segundos máximo encendido / 240 seg. mínimo apagado
Empaque individual	Caja
Inner	1

Fuente: (Truper, 2023)

Con dichas especificaciones y características permite la recarga de la batería a una velocidad continua, carga rápida o lenta en variación de la intensidad aplicada, incluso se cuenta con la opción de inducir la corriente necesaria para encender el motor de arranque y permitir la carga de la batería con el alternador propio del vehículo.



Figura 2.5 Cargador de Baterías de 12 V Truper
(Truper, 2023)

En la Figura 2.5 se puede observar el cargador de baterías empleado para la recarga de la batería de 12 V de la camioneta Volkswagen Amarok, se ve que es un equipo portátil, que posee los caimanes de conexión estándar para el tipo de baterías plomo – ácido empleadas y con su control manual de carga y medidor analógico.

2.2.2.4. Densímetro Automotriz

El densímetro es un instrumento de medición manual que basa su funcionamiento en el principio de Arquímedes, el cual postula que un cuerpo que se encuentra parcialmente o totalmente sumergido en un fluido en reposo, experimenta una fuerza de empuje de abajo hacia arriba la cual será igual al peso que tendría el volumen del líquido que aquel cuerpo reemplaza, la densidad es ello, simplemente la relación entre el peso de un fluido y el volumen que lo contiene. La forma en que este instrumento puede medir la densidad es introduciendo el electrolito dentro de la cápsula de vidrio que lo forma y donde también se encuentran perdigones de plomo que generarán una relación de peso volumen con el fluido, posee además una escala graduada en unidades densimétricas desde 1100 gr/cc hasta 1300 gr/cc. (Guevara, 2017).

El densímetro que se dispuso no tenía una marca del fabricante, se conoce que fue hecho en Taiwán, pero se enuncian las características y especificaciones que una empresa que comercializa herramientas de dicho país declara. Según (Taiwanautotools, 2012) las características de este instrumento son:

- De fácil manejo para personas con conocimiento técnico y sin experiencia.
- Flotador diferenciado con códigos de colores para facilitar la lectura.
- Medición de la gravedad específica del electrolito en segundos.

Además, y como se observa en la Tabla 2.5 la escala de medición viene graduada por un rango determinado y de acuerdo a su código de color correspondiente, dividido en 3 secciones que permiten identificar el estado de cada celda de la batería plomo ácido al instante.

Tabla 2.5 Rangos y Código de colores del Densímetro

COLOR	RANGO	DIAGNÓSTICO
Rojo	1100 a 1205	La celda de la batería está descargada.
Blanco	1205 a 1260	La celda de la batería necesita atención.
Verde	1260 a 1300	La celda de la batería está en buenas condiciones.

Fuente: (Taiwan Auto Tools, 2012)



Figura 2.6 Densímetro Automotriz
(Taiwanautotools, 2012)

La Figura 2.6 muestra el densímetro utilizado, se puede apreciar que es un instrumento frágil, manual, pero que nos permite una lectura sencilla y su uso no es complejo.

2.2.2.5. Comprobador de Baterías Bosch BAT 135

El comprobador de baterías es un equipo de diagnóstico especializado en baterías únicamente, a diferencia del primer equipo mencionado, el FSA – 740 de la misma empresa BOSCH que puede realizar mayor cantidad de funciones, con este equipo se comparó los datos obtenidos por cada uno.



Figura 2.7 Comprobador de Baterías BOSCH
(Bosch, 2023)

Como se aprecia en la Figura 2.7 el comprobador de baterías de BOSCH es un equipo de diagnóstico pequeño, manual, versátil, enfocado en el diagnóstico de la batería de vehículos, su uso es sencillo, basta con conectar los caimanes que se ven en la figura, en los bornes de la batería y seleccionar el diagnóstico a realizar.

El fabricante detalla algunas de sus características, como las que vemos en la Tabla 2.6 y que nos permiten conocer las ventajas que ofrece este equipo al revisar el estado de una batería.

Tabla 2.6 Características y Ventajas del Comprobador BAT 135

Prueba de micro carga	Para obtener resultados fiables y precisos
Pantalla LCD	Permite el funcionamiento asistido mediante menús guiados y resultados claramente legibles
Menú guiado	Fácil e intuitivo uso
Impresora integrada que presenta el estado de salud y el porcentaje de potencia de arranque	Muestra los resultados de las pruebas para los registros de los clientes
Cable reemplazable de 1,8 m	Proporciona una excelente cobertura en todo el vehículo
Ligero	Un peso de 1.1 kg para poder utilizarlo con una sola mano
Carcasa robusta	Duradero para uso diario en el taller

Fuente: (Bosch, 2023)

En la Tabla 2.7 se detallan los aspectos técnicos del equipo tales como los estándares admitidos, el tipo de baterías que pueden ser diagnosticados, el voltaje de las baterías, las dimensiones del equipo, temperatura de funcionamiento y demás.

Tabla 2.7 Datos técnicos del Comprobador BAT 135

Voltaje nominal de la batería	6 V / 12 V
Aplicaciones	Turismos / vehículos comerciales, motocicletas, naval
Tipos de baterías	Plomo-ácido, EFB, Gel y AGM
Estándares de prueba	EN, EN2, DIN, SAE, IEC, JIS, MCA
Tamaño de la batería (conforme a los amperios de arranque en frío CCA)	40 – 2000 A
Impresora térmica	Integrada
Prueba del sistema de arranque/carga	12 V / 24 V
Idioma	Español
Dimensiones (ancho x alto x longitud)	aprox. 270 x 113 x 50 mm
Peso aproximado	1,1 kg
Temperatura de funcionamiento	0 °C - 40 °C

Fuente: (Bosch, 2023)

2.2.2.6. Pinza Amperimétrica

El equipo de diagnóstico BOSCH FSA 740 cuenta con varios accesorios como lo es la

pinza amperimétrica que se conecta al equipo y permite realizar la medición de la cantidad de corriente circulante en tiempo real, se empleó 2 pinzas diferentes para realizar determinadas pruebas, unas que demandan más corriente y otras que no, por ello se tiene la pinza amperimétrica de 30 A y la de 1000 A. No tienen diferencia visual entre sí salvo las marcas que viene en cada una, especificando su valor, y simplemente se conecta un extremo al módulo del equipo FSA 740 y el extremo de la pinza se coloca atrapando el cableado de la batería.



Figura 2.8 Pinza amperimétrica BOSCH
(Bosch, 2023)

En la Figura 2.8 se observa la pinza amperimétrica que viene incluida con el equipo BOSCH FSA 740, se trata únicamente de un implemento que medirá la cantidad de corriente durante las pruebas de medición, posee un cable alargado para facilitar la conexión a la batería.

2.3. PROCESO METODOLÓGICO.

En la presente sección se detalla el proceso seguido para el desarrollo del proyecto de investigación, se definen las actividades más importantes y se brinda un esquema general que permitió conseguir los resultados y dar cumplimiento de los objetivos. En la Figura 2.9 se observa cada una de estas actividades en diagrama de procesos, el cual inicia con la búsqueda bibliográfica, donde se recopiló y seleccionó la información necesaria para partir con la estructura de la investigación.

Como segunda actividad se destacan los materiales equipos, estos debieron ser

seleccionados y estar disponibles para realizar la parte experimental, además de comprobarse su estado inicial. Una vez completado lo anterior se procedió con la parte experimental realizando las distintas mediciones y análisis del sistema, se realizaron las pruebas y tras ello, fue importante el comprobar que los materiales empleados no hubiesen sufrido alguna avería o deterioro considerable.

Finalmente, se generó el proceso metodológico que nos permitió de manera eficiente el encontrar los datos que generen un diagnóstico más acertado y en menor tiempo, comparando los datos tomados por los equipos empleado, se analizó los resultados de las pruebas y mediciones efectuados para generar un diagnóstico del sistema, encontrar posibles fallas y generar las respectivas conclusiones y propuestas que ayuden a mejorar el mantenimiento preventivo mediante el uso de los equipos de diagnóstico.

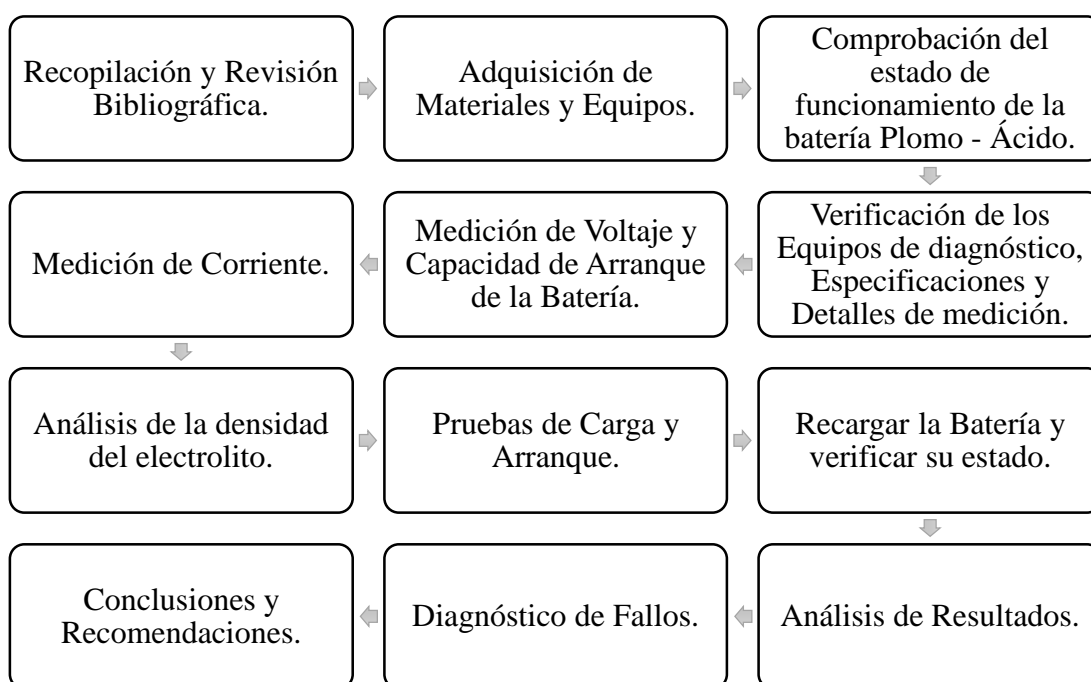


Figura 2.9 Diagrama del Proceso Metodológico

2.3.1. BÚSQUEDA BIBLIOGRÁFICA

El primer paso para el desarrollo de la investigación fue la recopilación y revisión bibliográfica relacionada al tema, es importante que esta provenga de fuentes confiables de internet, libros, revistas científicas, tesis, manuales de fabricantes y datos tomados de empresas de comercialización de equipos y autopartes ayudaron a generar una fuente de datos que fue plasmada en el marco teórico y que orienta de mejor manera para la realización de la parte experimental.

Además, de conocer acerca de los aspectos, características, parámetros de medición y funcionamiento de los equipos y sistemas a tratar, permitió delimitar y diferenciar las diferentes pruebas que se pueden aplicar y estimar los resultados pertinentes en base a estudios anteriores realizados por otros autores y con diferentes equipos o condiciones de funcionamiento. Fue importante conocer a fondo acerca de las partes y funcionamiento de la batería plomo – ácido para comprender el comportamiento de los datos analizados.

2.3.2. RECOPIACIÓN DE DATOS TÉCNICOS DEL VEHÍCULO SELECCIONADO

La selección del vehículo es importante ya que se debía disponer de una batería en buenas condiciones, para ayudar a simular las fallas posibles, además debía contar con su sistema de carga y arranque en buen estado para la toma de datos inicial con el equipo especializado BOSCH FSA 740, además de poseer varios consumidores de corriente, ya sean luces, bocinas, calefacción, etc. Por este motivo se ha escogido la camioneta Volkswagen Amarok del año 2011 que cuenta con todas estas características, además de conexión OBD II, cabe destacar además que la batería en esta camioneta es relativamente nueva, reemplazada a los pocos días que se realizan las mediciones.

2.3.3. INSPECCIÓN Y RECONOCIMIENTO DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA.

Fue importante hacer un reconocimiento de las partes que componen el sistema y hacer una inspección visual para asegurarnos que todo estuviese en orden, tomando las debidas precauciones para evitar accidentes, tener a disposición los equipos listos para tomar la medición también fue una prioridad.

Se encendió el equipo de diagnóstico BOSCH FSA 740 mediante una extensión de corriente para que el equipo pueda estar cerca del vehículo, se preparó los accesorios, tales como lagartos, agujas, las pinzas amperimétricas e incluso las llaves para aflojar

los bornes la batería. Se tomó la medición del voltaje de la batería, así fue comprobado inicialmente si necesita recargarse debido a que se hubiese realizado alguna actividad sin previa carga, se verificó que no hubiese obstáculos y la limpieza de los componentes, todos los preparativos para proceder a las respectivas pruebas y toma de datos.

2.3.4. MEDICIÓN DEL VOLTAJE

La prueba de medición de voltaje o en este caso siendo la medición de la corriente de reposo de la batería es simplemente la medición del voltaje que posee la batería en determinadas condiciones, la primera prueba se la realizó con el motor apagado y la batería en reposo sin consumidores eléctricos conectados y la segunda prueba se la realizó con el vehículo en ralentí, para ello, se empleó 3 equipos diferentes que son:

- BOSCH FSA 740.
- BOSCH BAT 135.
- Multímetro Automotriz.

2.3.4.1. Medición de Voltaje con BOSCH FSA 740

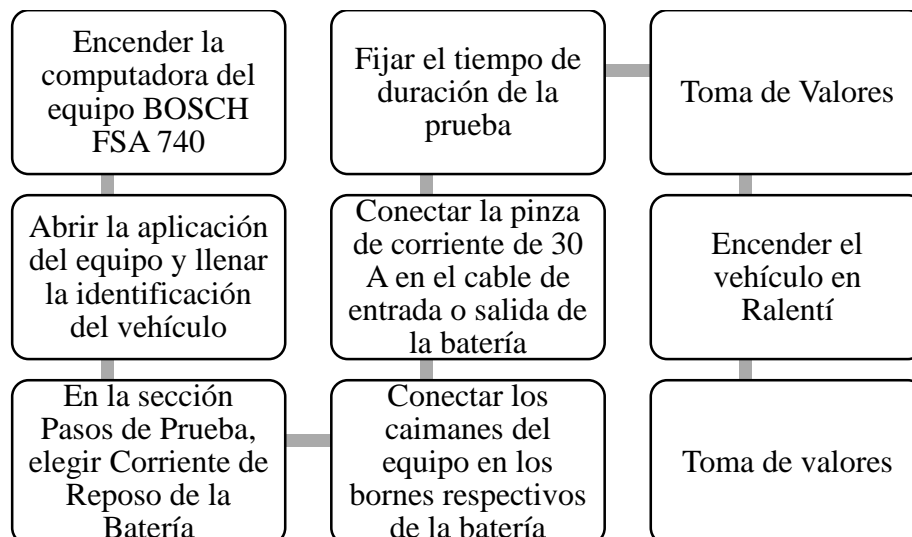


Figura 2.10 Pasos para encontrar la corriente de reposo con BOSCH FSA 740

La Figura 2.10 muestra los pasos que se siguieron para la medición de la corriente de

reposo con el primer equipo listado, BOSCH FSA 740, de manera resumida, los primeros pasos son los preparativos, encender el equipo y tener acceso a la batería, se llenan los datos del vehículo para tener un registro o identificarlo, se selecciona el modo de prueba que en este caso es Corriente de Reposo, se determina el tiempo de duración de la prueba, en este equipo suele ser el tiempo mínimo de 5 minutos pero que podemos parar la medición en cuanto creamos necesario (se ha realizado la prueba durante 1 minuto).

Posteriormente se conectan los caimanes del equipo en los bornes respectivos de la batería, siendo el caimán rojo al positivo y el negro en el negativo, así mismo, se conecta la pinza amperimétrica teniendo en cuenta el sentido de la corriente, si se conecta en el polo negativo la flecha debe apuntar en sentido contrario y si se conecta al polo positivo la flecha debe apuntar al borne positivo.

Finalmente, con lo anterior listo, en la pantalla se mostrará que el equipo está listo para iniciar la medición, damos clic en el botón de iniciar y detenemos la prueba al cabo de un minuto puesto que el voltaje no va a variar a menos que hubiese un consumidor eléctrico que demande una cantidad elevada de corriente, anotamos el valor del voltaje e iniciamos una nueva medición, pero esta vez con el vehículo en ralentí, detenemos la medición al cabo de un minuto y anotamos el valor del voltaje.



Figura 2.11 Conexión de BOSCH FSA 740 a la batería

En la Figura 2.11 se aprecia la conexión del equipo FSA 740 en los bornes de la batería, teniendo en cuenta la polaridad, allí se aprecia que en el polo positivo no hay mucho espacio como para conectar la pinza amperimétrica por lo que se recomienda

aflojar y quitar los bornes de la batería y moverla hacia la parte delantera del vehículo, unos cuantos centímetros y conectar nuevamente para hacer la conexión en el cable positivo.

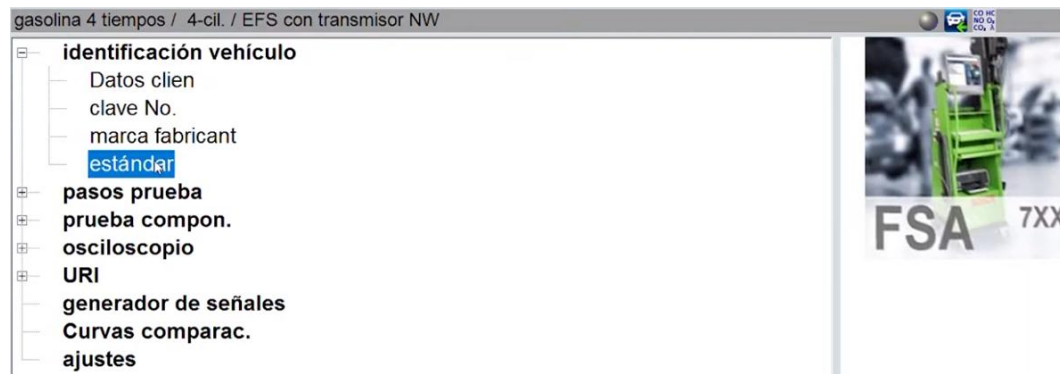


Figura 2.12 Menú de pruebas BOSCH FSA 740

La Figura 2.12 muestra el menú para la selección de las diversas pruebas en el equipo, iniciando por la identificación del vehículo, donde podemos llenar datos específicos para clientes del taller o simplemente de forma estándar para identificar el tipo de motor, bajo de ello se encuentra la opción de pasos de prueba, en donde se seleccionó la corriente de reposo de la batería para llevar a cabo la prueba mencionada de la medición de voltaje, además, las sugerencias y avisos sobre la prueba vienen dadas en la parte superior de la pantalla, arriba de donde también se mostrarán los datos del vehículo seleccionado.

2.3.4.2. Medición de Voltaje con BOSCH BAT 135

Los pasos para realizar la medición con este equipo de diagnóstico se muestran a continuación:

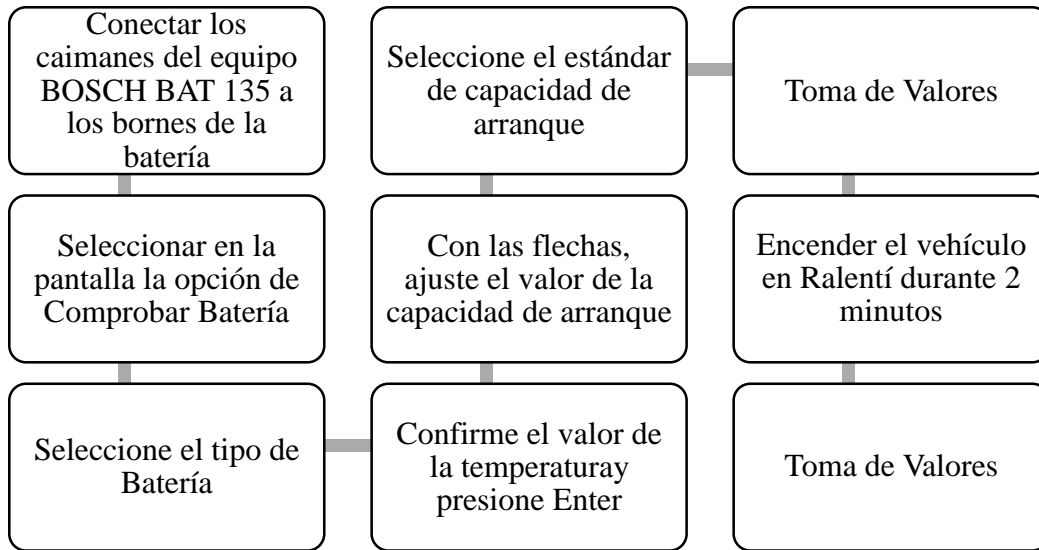


Figura 2.13 Pasos para encontrar la corriente de reposo con BOSCH BAT 135

La Figura 2.13 muestra los pasos seguidos para obtener la medición de la corriente de reposo con el segundo equipo listado, BOSCH BAT 135, al igual que con el equipo anterior los primeros pasos son preparar el equipo y la batería, buscando un sitio seguro para colocar el equipo y que esté al alcance la batería, conectamos los caimanes del equipo y esperamos a que encienda para elegir entre las opciones de la pantalla la de Comprobación de Batería.

A continuación, hay que conocer varios parámetros de la batería para completar los datos, empezando por el tipo de batería que en nuestro caso es EFB que se refiere a una batería inundada, seguido a ello se selecciona la norma de la capacidad nominal de la batería, para lo cual se puede observar en el rotulado de la batería, en nuestro caso fue la opción CCA/SAE, de igual forma se selecciona el valor de CCA indicado en el rotulado de la batería, en nuestro caso es de 875.

Finalmente, se confirmó el valor de la temperatura e iniciamos la medición, este equipo nos brinda la medida en el instante, no captura valores con el paso del tiempo, nos arroja un solo valor en el momento de la medición así que tenemos un diagnóstico del estado inicial de la batería, con la batería en reposo. Hacemos lo mismo para la segunda prueba, pero con el vehículo en ralentí y tomamos los valores que podemos imprimir directamente.



Figura 2.14 Panel de selección del equipo BOSCH BAT 135
(Bosch, 2023)

La figura 2.14 muestra el panel de selección del comprobador de baterías, es un menú muy sencillo que cuenta con tan solo 3 botones para su operación, dos para la selección de opciones y uno para aceptar y salir de la medición.

2.3.4.3. Medición de Voltaje con Multímetro Automotriz

EL tercer equipo con el que podemos hacer esta medición es el multímetro, los pasos a seguir con este equipo son muy simples, sin embargo, hay que tener las mismas recomendaciones que para los equipos anteriores, los pasos para la toma de valores con los siguientes:

- Verificar que el vehículo se encuentre apagado y sin demanda de corriente a la batería.
- Encender el multímetro y colocar los cables de medición en los canales respectivos.
- Seleccionar con la perilla la opción de 20 V de Corriente Continua.
- Colocar las puntas de medición en los respectivos bornes de la batería y anotar el valor que marca en la pantalla.
- Encender el vehículo en ralentí y tomar el valor que se muestra en la pantalla al cabo de 2 minutos de funcionamiento.

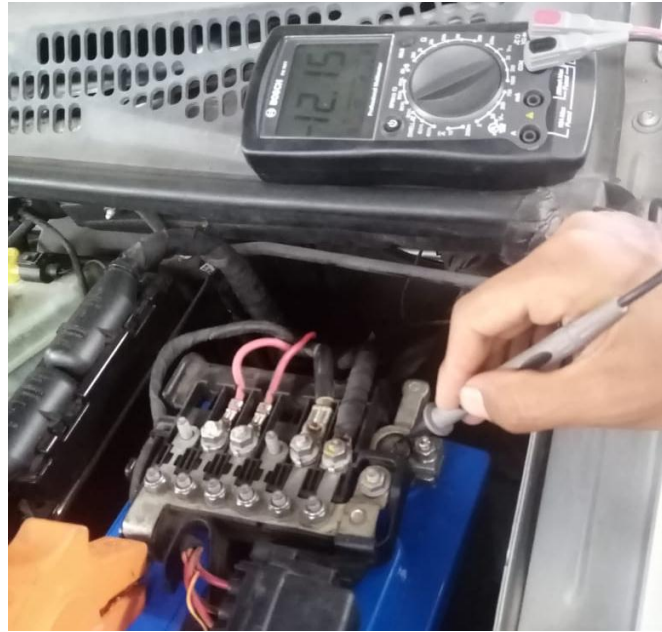


Figura 2.15 Medición de Voltaje con Multímetro.

Hay que tener en cuenta la polaridad de la batería y la conexión de los cables de medición. Como se observa en la Figura 2.15 se está conectando las puntas del multímetro de forma incorrecta en el polo de la batería que no corresponde, esto hace que la medición resulte negativa. Se debe siempre conectar de forma correcta y esto aplica para los 3 equipos que realizan la medición de voltaje. En la imagen también se aprecia la posición de los cables en los canales del multímetro, el cable negro debe estar siempre en el canal COM y el cable rojo en esta ocasión para la medición de voltaje deberá estar en el primer canal desde la derecha.

2.3.5. MEDICIÓN DE CORRIENTE

Esta medición consiste en encontrar el consumo de corriente que tiene la batería al estar completamente en reposo, para conocer si existe fuga de corriente y cuál es el valor de esta, debido a que esto generará varios problemas a la larga, el vehículo podría quedarse sin energía para encender tras permanecer varias horas inactivo y la batería podría acortar su vida útil de manera considerable. Además, con esta medición también podremos encontrar el consumo de corriente que se induce en la batería con el fin de diagnosticar su estado de funcionamiento en las pruebas que vienen a continuación.

Para esta medición, únicamente 2 de los equipos pueden llevarla a cabo, ya que

permiten medir este amperaje y son:

- Multímetro Automotriz.
- BOSCH FSA 740.

Se realizó la medición con ambos equipos, la medición de fuga de corriente con la batería en reposo se lo realizó con el multímetro, pues tiene una mejor precisión con medidas pequeñas y está limitado a un máximo de 10 amperios, por lo que la medida del consumo de corriente que en este caso fue dado por las luces del vehículo se lo realizará con el equipo FSA 740.

2.3.5.1. Medición de Corriente con Multímetro Automotriz

La medición de la corriente con el multímetro es diferente de la medición del voltaje, en el voltaje el multímetro obtiene el valor al conectarse en paralelo al circuito y para la corriente es necesario que el equipo se conecte en serie al circuito, es decir, que la corriente deberá pasar a través del equipo para cerrar el circuito.

Al igual que con la medición anterior, antes de tomar los valores y conectar el equipo se debe revisar que todo esté en orden, posicionar el equipo en un lugar firme y revisar la posición de los cables en el equipo, el cable negativo siempre en el canal COM y en esta ocasión el cable rojo tuvo que cambiarse en el tercer canal desde la derecha, en la opción de mili amperios, debe asegurarse que la batería esté en reposo y sin demanda de corriente, paso seguido se desconecta el borne positivo de la batería.

Con los preparativos anteriores listos se procede a conectar el multímetro, se lo enciende y se coloca la perilla en la opción de amperios, el cable positivo del multímetro en el conector positivo del vehículo y el cable negativo en el borne positivo de la batería, finalmente, se toma el valor que marca en la pantalla.

2.3.5.2. Medición de Corriente con BOSCH FSA 740

Los pasos a seguir en este equipo son más complicados que con el multímetro, pero muy similares a los de la medición del voltaje que se realizó con este mismo equipo,

para esto sirve la misma conexión que en dicha prueba anterior se realizó, solo hay que cambiar el modo de prueba en el menú de selección el cual se mostraba en la Figura 2.17, se selecciona la opción de osciloscopio y entre las opciones, abrir la de osciloscopio universal pues solo se requiere de un valor, el de corriente, inicia la prueba y marca en el canal 2, en donde está conectada la pinza amperimétrica de 30 A el valor de consumo de corriente en tiempo real.

Para encontrar el valor del consumo de corriente que genera las luces del vehículo basta con poner la llave de encendido en posición de contacto para suministrar energía a los accesorios, encendemos las luces y se captura el valor de consumo de corriente en la pantalla del equipo.

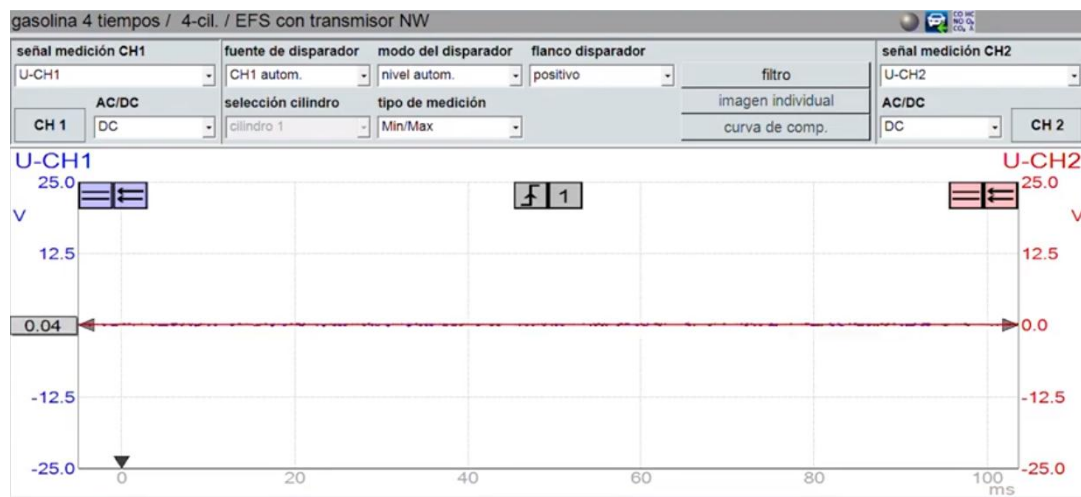


Figura 2.16 Osciloscopio Universal del equipo

La Figura 2.16 muestra el entorno de medición dentro de la pantalla del osciloscopio universal del equipo donde se puede además tener la medición de voltaje junto con el amperaje y tener una perspectiva de ambas señales al mismo tiempo.

2.3.6. COMPROBACIÓN DE LA BATERÍA

Esta comprobación de la batería sería el diagnóstico completo de la batería durante un determinado tiempo con el fin de conocer su estado de funcionamiento en tiempo real, para ello, los dos equipos que pueden realizar esta tarea son:

- BOSCH FSA 740.

- BOSCH BAT 135.

2.3.6.1. Comprobación de la Batería con BOSCH FSA 740

El primer diagnóstico realizado fue la comprobación del voltaje de la batería con el modo de comprobación de corriente de reposo con el equipo BOSCH FSA 740, en el que se comprobaba el voltaje inicial de la batería y el voltaje que tenía al recibir la carga del alternador, para realizar la comprobación de la corriente de fuga máxima es necesario conocer el valor C20 de la misma indicada en su rotulado, con este valor se calcula la cantidad de horas que la batería podría entregar una determinada cantidad de corriente continua.

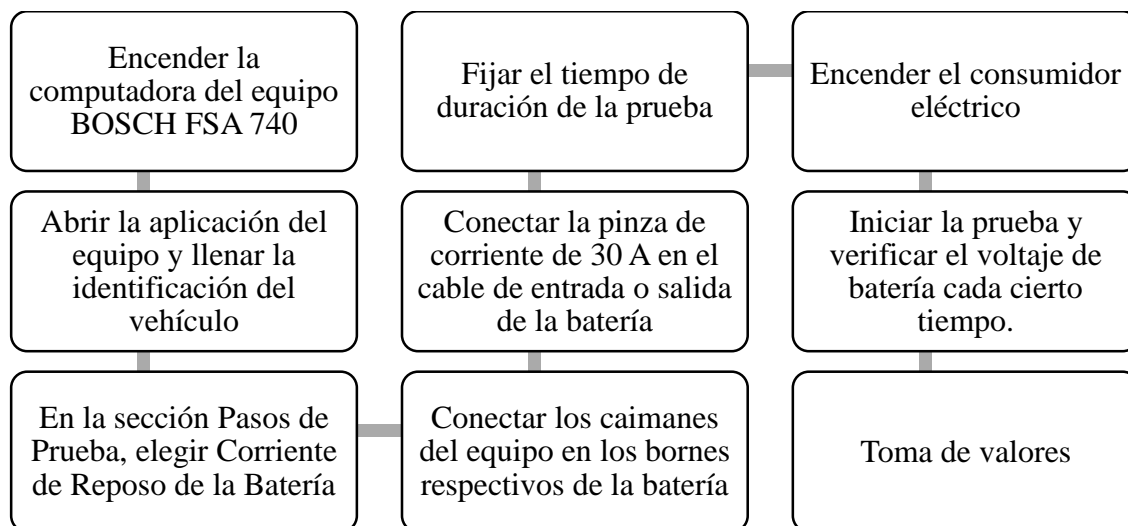


Figura 2.17 Pasos para el diagnóstico de la batería con BOSCH FSA 740

En la Figura 2.17 se observan los pasos a seguir para realizar el diagnóstico de la batería, basado en el voltaje a una descarga constante de corriente, los primeros pasos no varían en comparación con el diagnóstico de la corriente de reposo pues es el mismo modo de prueba a diferencia que en esta ocasión hay que encender las luces del vehículo para observar en un tiempo más corto el comportamiento del voltaje durante la descarga.

Una vez conectado el equipo a la batería y listos para la prueba hay que mencionar que el tiempo seleccionado para la prueba varía acorde al suministro de corriente de la batería en ese momento, es decir, de la cantidad de corriente consumida por las luces

de cada auto o de cualquier consumidor que se elija para la prueba, puede ser el radio, el aire acondicionado, etc. En este caso se ha elegido 5 horas para la prueba debido a que el amperaje de las luces es mayor al triple establecido por el fabricante para una duración de 20 horas, así que se espera una descarga total en 5 o horas o menos.

Se inicia la prueba y se espera a que el tiempo de la prueba termine, o hasta que se detecte una descarga demasiado baja, como los 10 V, se observa el informe final o se puede comprobar en el mismo programa la cantidad de voltaje que marcaba en determinado tiempo y realizar el diagnóstico respectivo.



Figura 2.18 Comprobación de la Batería con BOSCH FSA 740

La Figura 2.18 muestra el equipo conectado a la batería de la camioneta realizando el diagnóstico de la descarga de la batería, junto a él está el comprobador de baterías tomando datos por su cuenta a intervalos de tiempo.

2.3.6.2. Comprobación de la Batería con BOSCH BAT 135

El equipo BOSCH BAT 135 es un equipo enfocado específicamente en la comprobación de baterías, en su menú de selección, como primer diagnóstico nos permite el verificar el estado de la batería, en conjunto con el resto de equipos empleados permitió conocer con mayor detalle el comportamiento de la batería en condiciones de descarga.

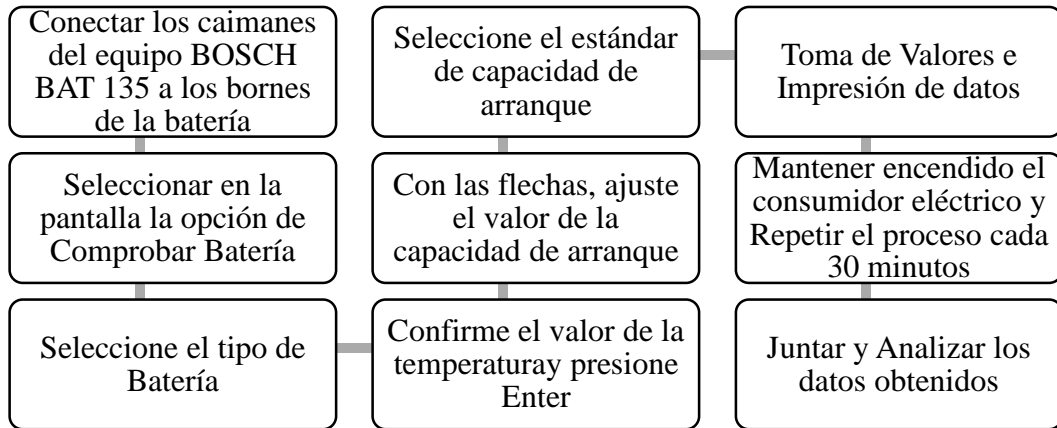


Figura 2.19 Pasos para el diagnóstico de la batería con BOSCH FSA 740

En la Figura 2.19 se muestran los pasos para el diagnóstico de la batería con este comprobador, de igual manera los pasos son similares a los del diagnóstico de la corriente de reposo, sin embargo, antes de empezar a descargar la batería con un consumidor, con el probador de baterías BOSCH BAT 135 se mide el estado de la batería para hacer un registro de su capacidad y carga inicial. También se procede a hacer un análisis del sistema de carga, para conocer el estado del vehículo en el que se está trabajando. La forma de medir el estado real de una batería, es midiendo el CCA, que es el indicador de estado de carga de la batería, ya que, si se basa solo en el voltaje como referencia, no permitirá brindar un diagnóstico correcto.

Con el consumidor eléctrico encendido, es decir, las luces del vehículo, se repite el proceso de la toma de valores vistos en la medición de la corriente de reposo cada 30 min, se imprimen los datos y se analizan en conjunto para observar el comportamiento del CCA en relación con la disminución del voltaje de la batería.

2.3.7. PRUEBA DE CARGA

Esta prueba tiene directa relación con la batería pues si bien es cierto que se diagnostica el funcionamiento del alternador, este es indispensable para el buen funcionamiento de la batería, en caso de que la corriente que envía hacia la batería para recargarla no sea adecuada podría afectar severamente la vida útil de la batería, para este diagnóstico al igual que en el anterior se lo realizó con dos equipos:

- BOSCH FSA 740.

- BOSCH BAT 135.

Ambos equipos tienen dentro de sus opciones de diagnóstico el realizar la prueba del alternador o la carga de la batería, se comprobó la medición realizada por ambos equipos para comparar valores.

2.3.7.1. Prueba de carga con BOSCH FSA 740

El equipo de diagnóstico BOSCH FSA 740 brinda esta opción de diagnóstico y guía en el proceso orientando con los pasos a seguir para realizar algunas de las pruebas, para ello se puede consultar dicha información en la opción de Ayuda al ingresar a cada prueba o con la tecla F1 en donde se encontrará videos o extractos del manual con indicaciones y datos útiles relacionados a cada área.

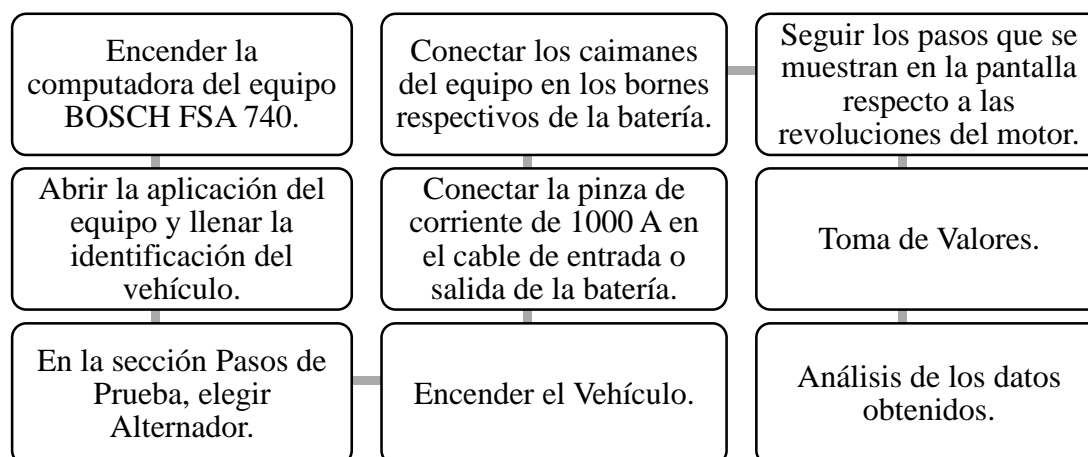


Figura 2.20 Pasos para la Prueba de carga con BOSCH FSA 740

La Figura 2.20 muestra los pasos a seguir para realizar esta prueba de comprobación de carga y el alternador para lo cual hay que seguir pasos similares a las anteriores pruebas como la conexión del equipo en la batería, la diferencia está en el modo de prueba, se selecciona en el menú de pasos de prueba la opción de Alternador y la prueba se realiza con el motor encendido, además que esta ocasión se conectará la pinza de 1000 A en lugar de la de 30 A.

Los pasos a seguir se especifican en la pantalla, que básicamente es llevar al vehículo a determinadas revoluciones para obtener la medición final, aunque la variación no es significativa y basta con la medición en ralentí para determinar el estado de

funcionamiento del alternador, pero con lo cual su puede además conocer si la batería se encuentra en buenas condiciones o no de acuerdo a una tabla de valores referenciales que proporciona el equipo.

		Rea	Nom-mín.	Nom-máx.
número revoluciones	1/min	2730	2800	3200
tensión de batería	V	14,4	12,5	14,5
Corr. CH2/1000A	A	21,8	0,1	25,0
U ondulación	%	2,3	----	4,0

Figura 2.21 Modo de prueba del Alternador

En la Figura 2.21 se observa los parámetros que pueden ser medidos mediante esta prueba como son el número de revoluciones, el voltaje de la batería y el amperaje suministrado por el alternador, finalmente al terminar la prueba se analizarán los datos obtenidos.

2.3.7.2. Prueba de carga con BOSCH BAT 135

El modo de prueba con este equipo es muy similar al de BOSCH FSA 740, ya que se siguen instrucciones muy similares para el diagnóstico, aunque los resultados obtenidos son muy distintos el diagnóstico con ambos equipos podría complementarse muy bien.

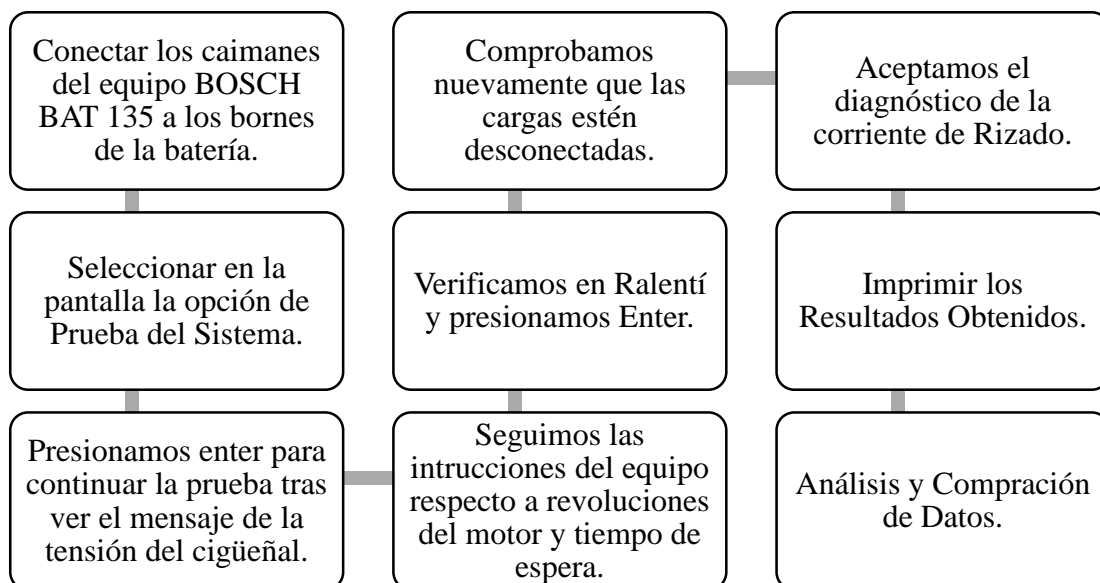


Figura 2.22 Pasos para la Prueba de carga con BOSCH BAT 135

La Figura 2.22 muestra en síntesis los pasos a seguir para el diagnóstico del alternador con el comprobador de baterías, se inicia con la conexión del equipo como se ha realizado en pruebas anteriores, se selecciona la opción de Prueba del Sistema, y se sigue las instrucciones en la pantalla del equipo, la primera comprueba que el alternador está generando la corriente enviada a la batería para recargarla, luego comprueba la desconexión de cargas y analiza el sistema con el vehículo a baja revolución.

La siguiente medición la realiza a 2500 RPM durante 15 segundos y comprobará el estado de los diodos del alternador, mostrando un mensaje acerca de si la corriente de rizado es detectada o no, es decir, si los diodos funcionan bien o existe un fallo en ellos.

Finalmente se acepta la medición y se imprimen los resultados obtenidos para su posterior análisis y comparación de datos. Los resultados finales indicarán el estado de la batería, su nivel de carga, resistencia interna, CCA, voltaje. Los mismos resultados que en la comprobación de Batería, pero esta vez los valores deberían ir creciendo y presentar un valor de voltaje más alto que el valor inicial de la batería debido a la influencia de la corriente de carga.

2.3.8. PRUEBA DE ARRANQUE

Esta prueba es muy importante, pues ayuda a verificar el comportamiento de la batería al momento de encender el vehículo, es decir, la corriente entregada al motor de arranque al encender el motor de combustión interna. Para ello, se ha empleado los dos equipos más completos de diagnóstico disponibles:

- BOSCH FSA 740.
- BOSCH BAT 135.

2.3.8.1. Prueba de arranque con BOSCH FSA 740

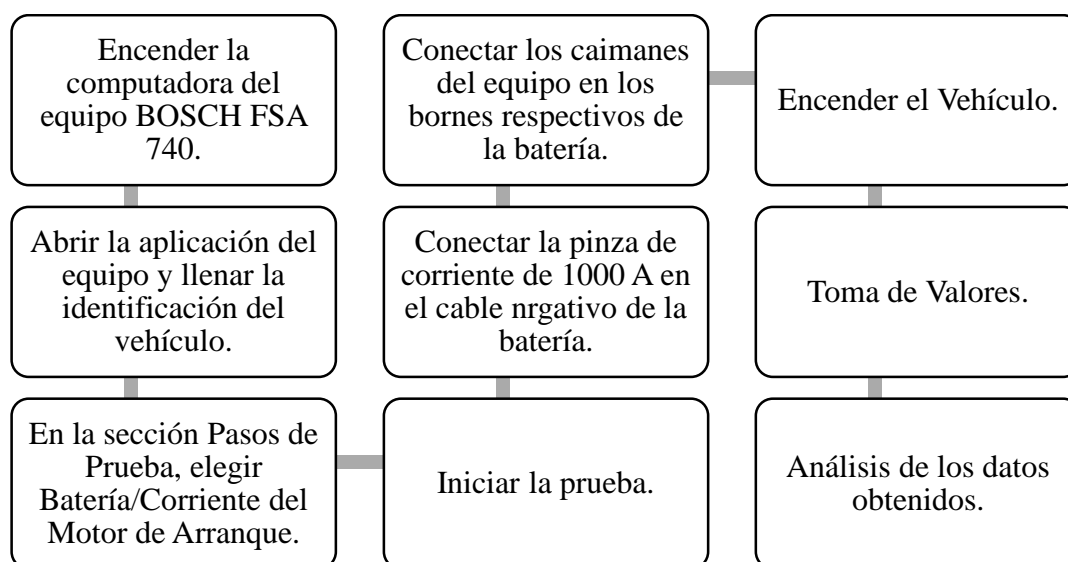


Figura 2.23 Pasos para la Prueba de arranque con BOSCH FSA 740

La Figura 2.23 muestra los pasos a seguir para obtener la medición de la prueba de arranque de la batería, sus pasos son similares a la prueba del sistema de carga, esta prueba resulta más sencilla, pero con detalles significativos, comenzando por la selección de prueba en el menú, esta vez elegimos la opción de Batería/Corriente del Motor de Arranque y conectamos la pinza de 1000 A, puesto que la demanda de corriente será elevada para alimentar el motor de arranque.

Para la prueba simplemente se inicia el modo de prueba y arrancamos el vehículo, se toman los valores obtenidos al finalizar y se analiza los datos para verificar el estado real de la batería al momento de dar arranque.

2.3.8.2. Prueba de arranque con BOSCH BAT 135

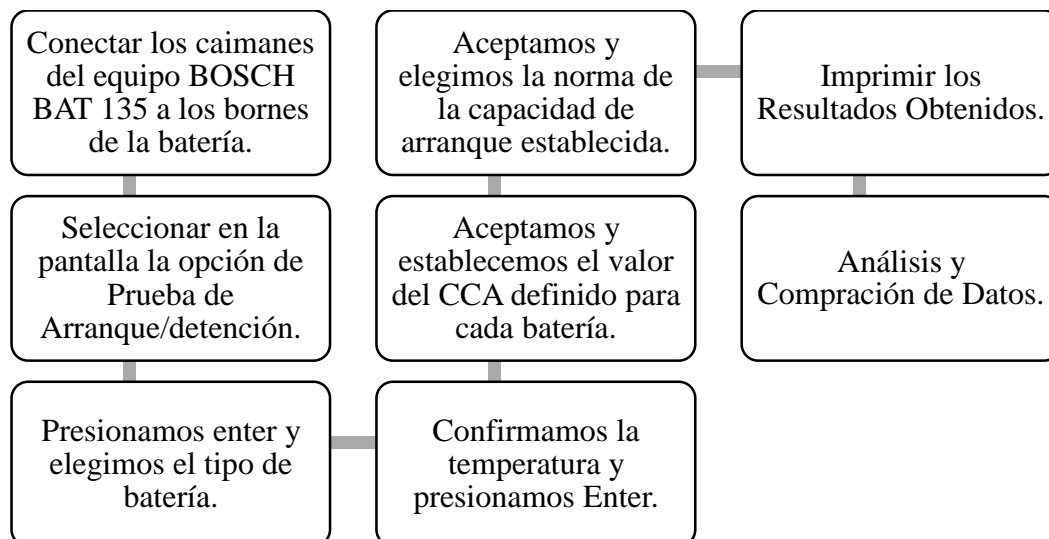


Figura 2.24 Pasos para la Prueba de arranque con BOSCH BAT 135

LA Figura 2.24 muestra los pasos a seguir para la prueba de arranque con el comprobador de baterías, en donde para iniciar se conecta el equipo y se selecciona la opción de diagnóstico Prueba de Arranque/detención. Se selecciona el tipo de batería, en este caso la batería es EFB como se había seleccionado en la prueba de medición de Voltaje ya que es una batería inundada con el electrolito, se presiona aceptar y se elige el tipo de norma en el que viene marcada la corriente de arranque de la batería, esto se observa en el rotulado.

Con ayuda de las flechas del menú se configura el valor de CCA respectivo, en este caso de 875, se presiona la tecla Enter y se confirma la temperatura, enseguida genera el diagnóstico y se imprimen los datos para el análisis posterior de valores.

2.3.9. MEDICIÓN DE LA DENSIDAD

Medir la densidad del electrolito de la batería permite conocer también el estado de carga de la misma, y de manera más específica, permite conocer el estado de cada celda de la batería, con ayuda del densímetro se toman los valores de todas las celdas. No es un proceso complicado, sin embargo, hay que tener en cuenta que para ello se requieren de ciertas condiciones, entre ellas que la batería debe desconectarse del vehículo y de ser posible, extraída para facilitar el uso de la herramienta. Además,

previo a la medición, la batería debe estar en reposo, pues se requiere que la temperatura que su uso provoca haya disminuido para evitar errores de lectura y posibles accidentes.



Figura 2.25 Medición de la Densidad del electrolito.

La Figura 2.25 muestra la forma en que el densímetro es introducido en las celdas de la batería para la medición del electrolito, se ve que, para tener acceso a las celdas, se debe retirar el tapón que se encuentra en la parte superior de cada una, introducir por completo el densímetro y presionar la pera que se encuentra en el extremo contrario hasta llenar el densímetro con el electrolito de cada celda.

Se anota los valores de cada celda y se compara, además de conocer el estado de la batería por medio de los valores captados en la escala graduada que posee.

2.3.10. RECARGA DE LA BATERÍA

Finalmente, el cargador de baterías es un equipo de diagnóstico que permite recuperar la carga de la batería que debido a las pruebas realizadas de descarga profunda no tuvo la capacidad necesaria para arrancar el vehículo por su cuenta, es por ello, que este equipo ayudó con esa corriente inicial para permitir encender el vehículo, debido a que el cargador posee opciones limitadas de entrega de corriente que vienen establecidas

para no dañar a la batería durante la carga, el vehículo puede regular la carga que se entrega a la batería mediante el alternador, es por ello, que con el cargador simplemente se ayudó a la batería a generar la corriente de arranque para que la camioneta se encargue de su recarga.



Figura 2.26 Carga Rápida de Batería.

En la Figura 2.26 se muestra el cargador Truper y las opciones de corriente que maneja, su instalación es sencilla, simplemente se coloca los caimanos que trae en los bornes de la batería respectivos, se selecciona Carga rápida, es decir, en 20 A y se enciende, verificamos con el multímetro que la batería tenga un voltaje cercano a 12 V, encendemos el vehículo y desconectamos el cargador.

CAPÍTULO III

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el presente capítulo se presentan los resultados obtenidos en las mediciones y pruebas realizadas en el capítulo anterior, se presenta un análisis de los mismo y se realiza una comparación entre métodos de diagnóstico y valores tomados por los equipos de diagnóstico empleados.

3.1. ANÁLISIS DEL VOLTAJE

Durante la medición del voltaje y corriente de reposo de la batería se utilizaron 3 equipos de diagnóstico, en dos condiciones de prueba:

- Batería en Reposo.
- Vehículo en Ralentí.

Los resultados obtenidos en dicha prueba son tal como se muestra en la Tabla 3.1 que muestra resultados coincidentes, salvo ligera variación que no es significativa, al estar los 3 equipos obteniendo los mismos valores observamos que no hay discrepancias entre sus regímenes de medición.

Tabla 3.1 Análisis del voltaje de la batería

ANÁLISIS DEL VOLTAJE DE LA BATERÍA		
EQUIPO	VOLTAJE EN REPOSO	VOLTAJE EN RALENTÍ
BOSCH FSA 740	12,4 V	13,6 V
BOSCH BAT 135	12,3 V	13,6 V
MULTÍMETRO AUTOMOTRIZ	12,3 V	13,5 V

Los valores encontrados indican que la batería está en buenas condiciones durante su reposo y está recibiendo bien la corriente enviada por el alternador.

3.2. ANÁLISIS DE LA CORRIENTE

Para la medición de la corriente se emplearon 2 equipos, ya que permiten medir amperaje y que en condiciones distintas cada uno nos sirvió para obtener el valor de consumo de corriente, estos equipos son:

- Multímetro Automotriz.

- BOSCH FSA 740.

Los resultados obtenidos en dicha prueba son tal como se muestra en la Tabla 3.2 que muestra valores respecto a la corriente de consumo demandada por las luces del vehículo encendidas y el consumo cuando la batería está en reposo.

Tabla 3.2 Análisis del consumo de corriente de la batería

ANÁLISIS DEL CONSUMO DE CORRIENTE DE LA BATERÍA		
EQUIPO	CORRIENTE EN REPOSO	CORRIENTE CON CONSUMO
BOSCH FSA 740	-	17 A
MULTÍMETRO AUTOMOTRIZ	0,07 A	-

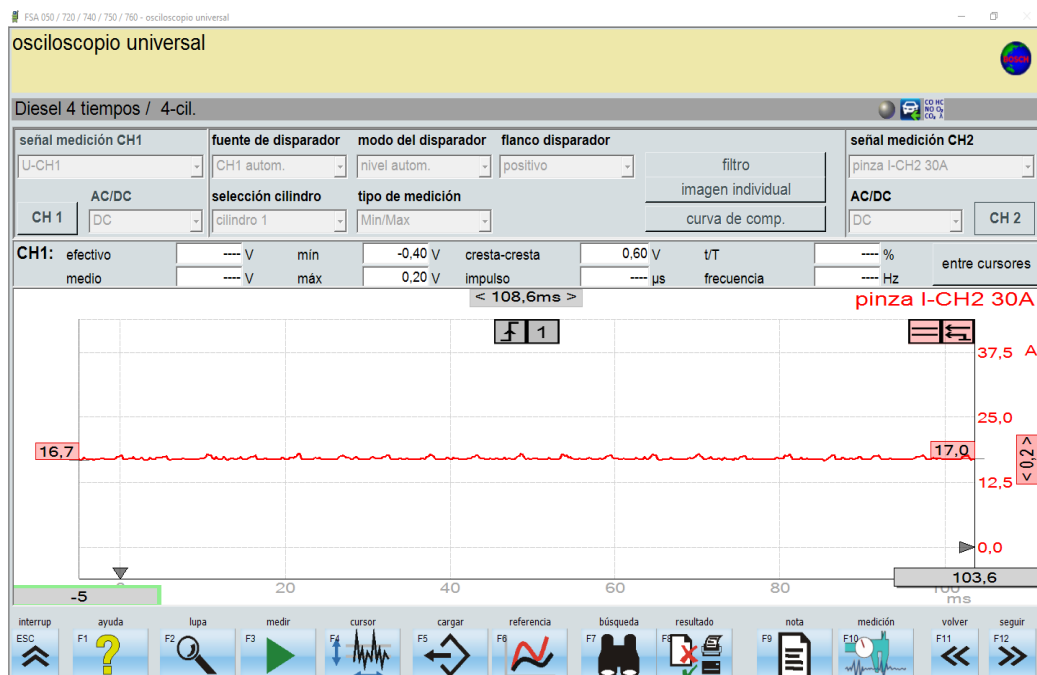


Figura 3.1 Medición de Corriente

Se ocuparon ambos equipos por separado debido a que el equipo BOSCH FSA 740 posee un rango de medición para mayores consumos de energía, por lo tanto, el multímetro automotriz es más preciso, sin embargo, el multímetro está limitado a valores de corriente bajos. La Figura 3.1 muestra el valor obtenido por el equipo BOSCH FSA 740.

3.3. ANÁLISIS DE LA CAÍDA DE TENSIÓN

Después de 3 horas de descarga continua, la batería perdió completamente su capacidad y su voltaje bajó a menos de 10 V, terminando así la prueba de descarga profunda. Verificamos que en un tiempo aproximado de 3 horas la batería entro en modo de descarga profunda. Podemos ver la caída de tensión progresiva por cada hora. En la primera hora la tensión bajo a 11,4 V, hasta aquí la batería todavía va a tener la capacidad de dar arranque al motor, aunque con un poco de dificultad, este problema lo podemos detectar por el prolongado tiempo que va a tomar encender el motor. Cuando baja la tensión a 10 V, la batería ya no tiene la fuerza para dar arranque al motor

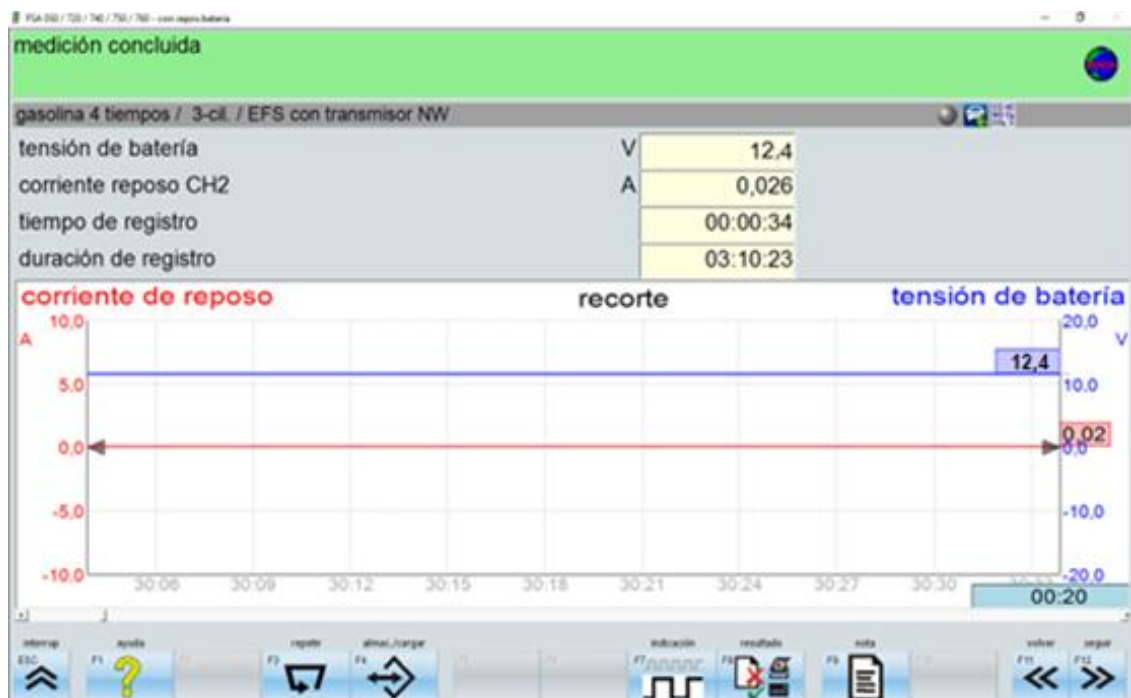


Figura 3.2 Medición de Voltaje inicial de la Batería

En la Figura 3.2 se muestra la medición inicial de la Batería, donde se aprecia el Voltaje nominal de la misma apenas a segundos de iniciar la prueba con un voltaje de 12,4 V.

A medida que la prueba va desarrollándose, se observa el comportamiento del voltaje, que ha disminuido hasta 12,0 al cabo de 3 minutos con el consumidor eléctrico encendido. A primera vista se nota que hay una disminución exagerada para el tiempo transcurrido.

Al cabo de 60 minutos de descarga continua, se observa que el voltaje no ha descendido bruscamente como ocurrió con la medición anterior. Lleva un valor de voltaje de 11,8 V. Transcurrido 90 minutos, el voltaje ha disminuido muy poco en 30 minutos, en apenas 0,2 V con el consumo de corriente constante.

Transcurridas 2 horas desde la medición, el voltaje de la batería ha descendido hasta 11,5 V, sin duda la batería está bastante descargada, al llegar a los 150 minutos desde que inició la prueba se aprecia que el valor del voltaje ha descendido hasta los 11,4 V.

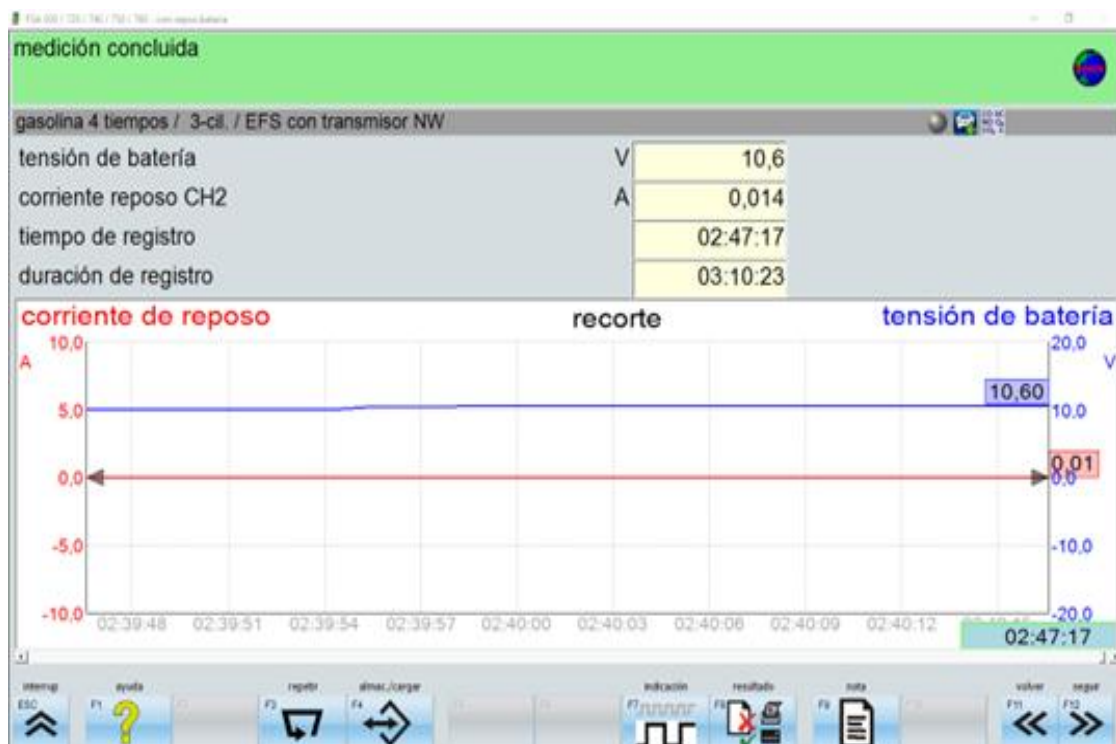


Figura 3.3 Medición de Voltaje, 3 horas

En la Figura 3.3 se evidencia una notable disminución del voltaje en relación con la medida tomada 30 min antes, alcanzando un voltaje de 10,6 V con el cual es muy poco probable que el vehículo logre arrancar. Finalmente, al cabo de 175 minutos, el voltaje cae hasta 11,3 V y 5 minutos después, al cabo de 3 horas el voltaje descendió hasta 10 V. Representados como en las figuras anteriores, los datos no muestran una variación significativa, sin embargo, al observar el informe final en el equipo podemos apreciar de mejor manera aquella variación.

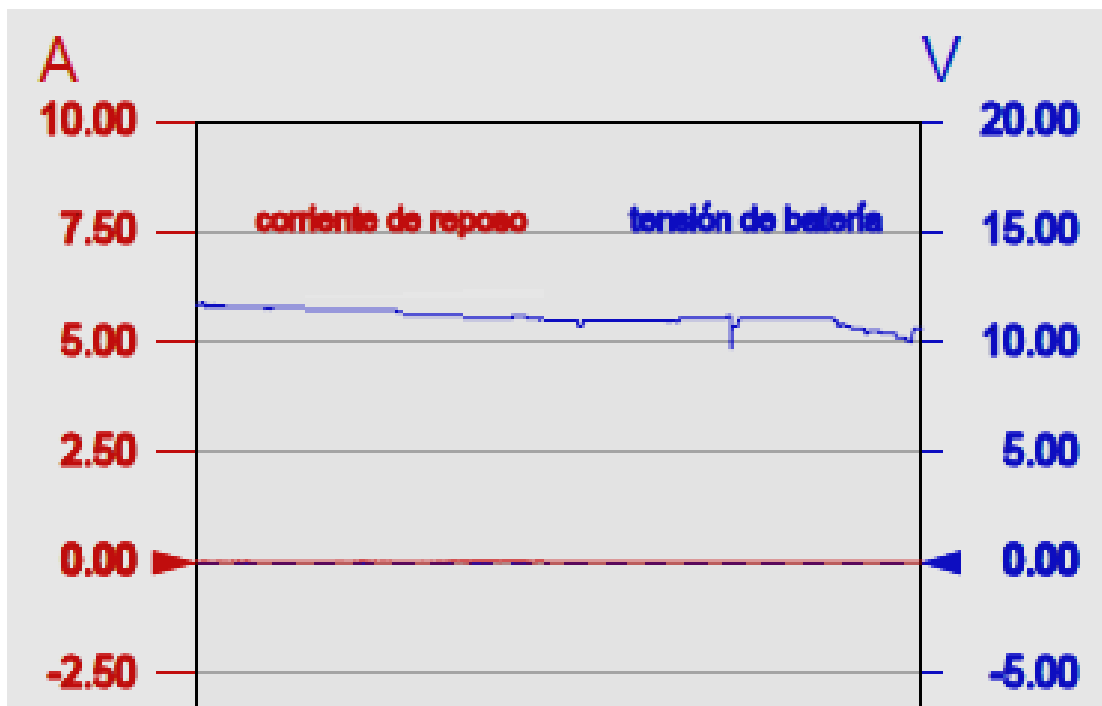


Figura 3.4 Resultados de la Medición de Tensión

La Figura 3.4 muestra el resultado final tras las horas en que se llevó la medición, dejando evidenciar la variación que tuvo el voltaje durante todo el transcurso. Aunque no se aprecia el gran descenso de Voltaje que sufrió durante los primeros minutos de descarga, pero si es muy evidente al final de la prueba, la gran caída de voltaje presentada.

Para poder evidenciar de mejor forma la variación del voltaje en relación con el tiempo podemos realizar un gráfico resumido con los diversos datos tomados cada media hora. En la Tabla 3.3 se muestra la toma de valores cada 30 minutos en el equipo, lo cual sirve para apreciar la caída de voltaje que se obtiene con el consumo inducido. Estos valores pueden ser representados gráficamente mediante Excel.

Tabla 3.3 Valores de la Caída de Tensión de la Batería

TIEMPO (Minutos)	VOLTAJE (V)
0	12,4

30	12
60	11,8
90	11,6
120	11,5
150	11,4
175	11,3
180	10

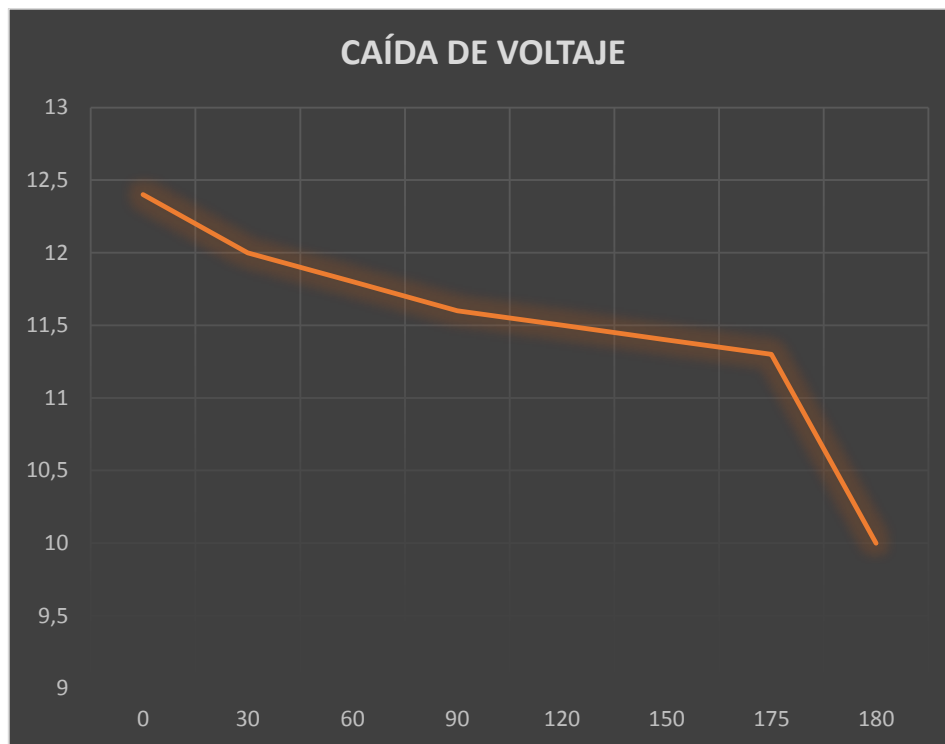


Figura 3.5 Gráfico de Datos en Excel cada 30 min.

La Figura 3.5 es la representación de los datos tomados de la Tabla 3.3, al tomar intervalos de tiempo extensos, cada media hora y ampliar los mismos se puede apreciar que la pérdida de voltaje es más significativa cuanto más disminuye el mismo, debido a que la demanda de corriente no disminuye, la capacidad de entregar el mismo voltaje se restringe más y más al pasar los minutos. Es así que tanto al inicio por la demanda de corriente se ve una gran disminución de voltaje que se mantiene constantemente en disminución durante dos horas para finalmente ceder y caer el voltaje en picada.

3.4. ANÁLISIS DEL CCA

Debido a que el equipo BOSCH FSA 740 no puede realizar la medición del CCA en tiempo real de la misma forma como lo hace con la corriente de reposo, el mejor equipo para ello es el comprobador de baterías BOSCH BAT 135.



Figura 3.6 Voltaje Inicial de Batería con BOSCH BAT 135.

En la Figura 3.6 se muestra la toma inicial del voltaje de la batería, donde su CCA es de 600, su estado es del 70% y su resistencia interna es de 5,2 mili ohmios, esto nos indica que la batería se encuentra inicialmente en buen estado de funcionamiento, se tomaron a continuación las medidas cada media hora a la par del equipo BOSCH FSA 740.

El reporte del estado de la batería tras una hora de descarga continua muestra que el voltaje se ha reducido considerablemente al igual que mostraba el equipo FSA 740, además se observa que la capacidad de arranque de la batería ha bajado hasta casi la mitad y se observa el incremento de la resistencia interna de la batería mientras que su estado se va deteriorando.

Después de 90 minutos de la prueba de descarga, el CCA continúa disminuyendo conforme disminuye el voltaje y aumenta la resistencia interna, el estado de la batería se encuentra a menos de la mitad ideal para su funcionamiento. Se puede ya observar que la resistencia interna está elevándose a mayor ritmo en cuanto menor se torna el voltaje, un alto nivel en la resistencia provocaría que la batería agote su capacidad de arranque.

Minutos antes de que se cumplan las 3 horas de prueba se puede apreciar que la batería ha alcanzado su límite en cuanto a su estado y CCA, esto indica que, aunque puede seguir suministrando el amperaje para mantener las luces del auto encendidas, no cuenta con el amperaje suficiente para poner en marcha al motor de combustión interna mediante el motor de arranque y se contempla una elevada resistencia interna que el equipo ya no identifica pues se considera la batería inservible.

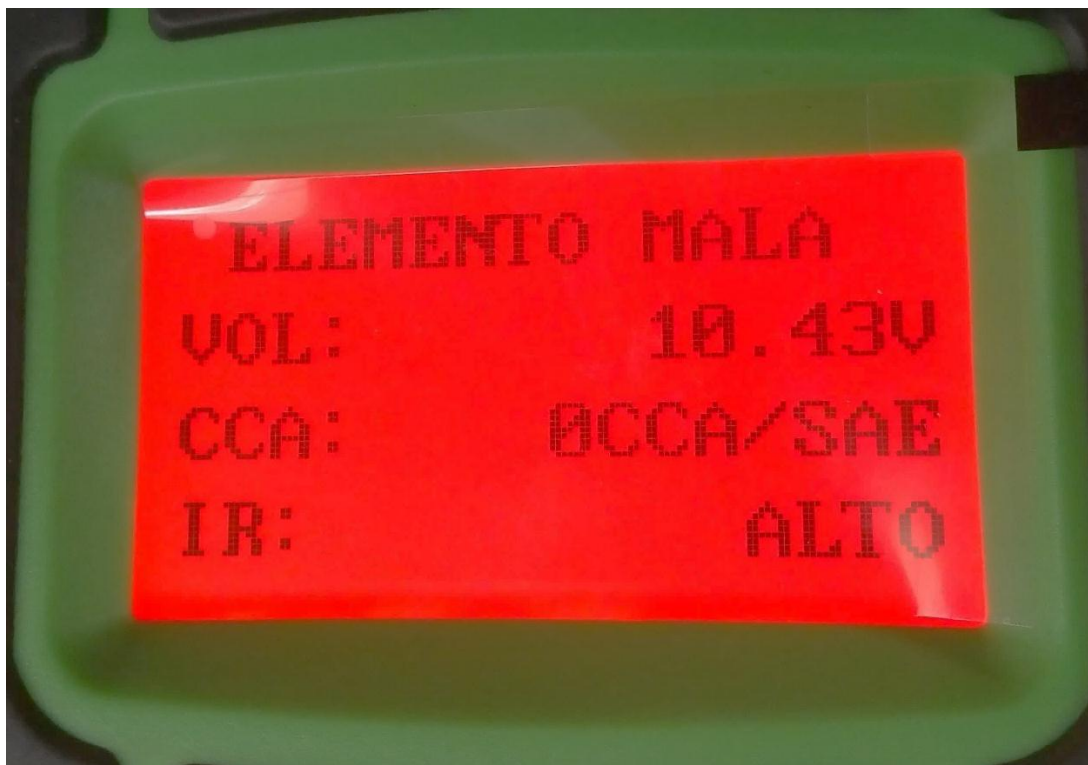


Figura 3.7 Medición de Batería tras 3 horas de descarga.

La Figura 3.7 muestra el estado final de la batería, si bien el voltaje aún no se encuentra en el límite de su descenso, el CCA indica en este momento un valor de cero con el cual la batería sería incapaz de accionar el motor de arranque con la fuerza requerida para poner en marcha el motor de combustión interna.

Debido a que el CCA de la batería se ha agotado se requiere recuperar esa capacidad que tiene la batería para proporcionar la cantidad de corriente necesaria para encender el vehículo, esto se logra al volver a suministrarle corriente, para el caso de esta batería, tomando en cuenta las recomendaciones de fabricantes de alternadores y con los datos del rotulado de la batería, se precisa que una batería no sea recargada con un 10% mayor a su capacidad, es decir, si esta batería es $C20 = 100 \text{ Ah}$ se requiere de una corriente de 20 amperios para cargar la batería en 10 horas, esto es lo que tenemos en el cargador de baterías en modo carga rápida.

En la Tabla 3.4 se representan los valores del CCA de acuerdo a intervalos de tiempo de 30 minutos, de esta forma podemos analizar lo que sucede acorde al tiempo de descarga al que estuvo expuesta la Batería Plomo – Ácido. Además, estos datos pueden ser graficados en Excel para obtener un mejor criterio.

Tabla 3.4 Valores del CCA respecto a los tiempos de medición

TIEMPO (Minutos)	CCA (Amperios)
0	600
30	586
60	487
90	473
120	420
150	395
175	0
180	0

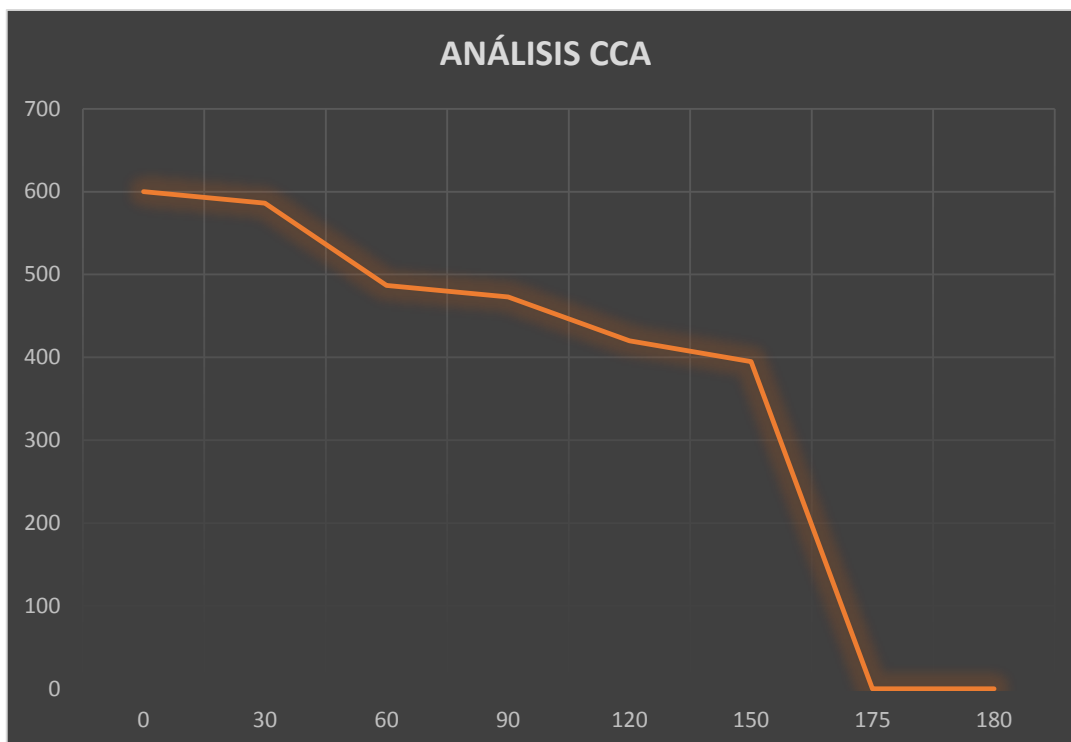


Figura 3.8 Análisis del CCA

La Figura 3.8 es una representación gráfica en Excel de los valores descritos en la Tabla 3.4, mediante la cual podemos entender el comportamiento de la corriente de arranque de la batería en relación a la pérdida de voltaje. Se aprecia una disminución normal en las primeras 2 horas de la prueba, sin embargo, al final, esta capacidad se pierde por completo, dejando a entender que la batería tendría imposible el accionar del motor de arranque.

3.5. ANÁLISIS DE LA DENSIDAD

Para el análisis de la densidad se tomaron valores cada hora durante 3 horas con la finalidad de comparar los valores con los datos referenciales obtenidos durante la investigación bibliográfica. En la Tabla 3.5 se aprecia la toma de valores en intervalos de tiempo, recreando la descarga a la que fue sometida la batería en las pruebas de descarga.

Tabla 3.5 Medición de la densidad en intervalos de una hora

TIEMPO (Minutos)	DENSIDAD (gr/cc)
0	1280
60	1270
120	1260
180	1220

Para la interpretación de la Tabla 3.5 debemos de tomar en cuenta la graduación en escala del densímetro y el código de colores que viene en el en el que nos indica que, si la medida está entre 1100 gr/cc y 1200 gr/cc la batería necesita ser recargada, si se encuentra entre 1220 gr/cc y 1250 gr/cc la batería aún está en buenas condiciones y si se encuentra con valores superiores a 1250 gr/cc hasta los 1300 gr/cc significa que la batería está completamente cargada y en perfectas condiciones. Si bien la Tabla 3.5 muestra una media de cada celda en el tiempo previsto, se observa que nos dan una buena aproximación al estado de la batería en relación con las pruebas anteriores.

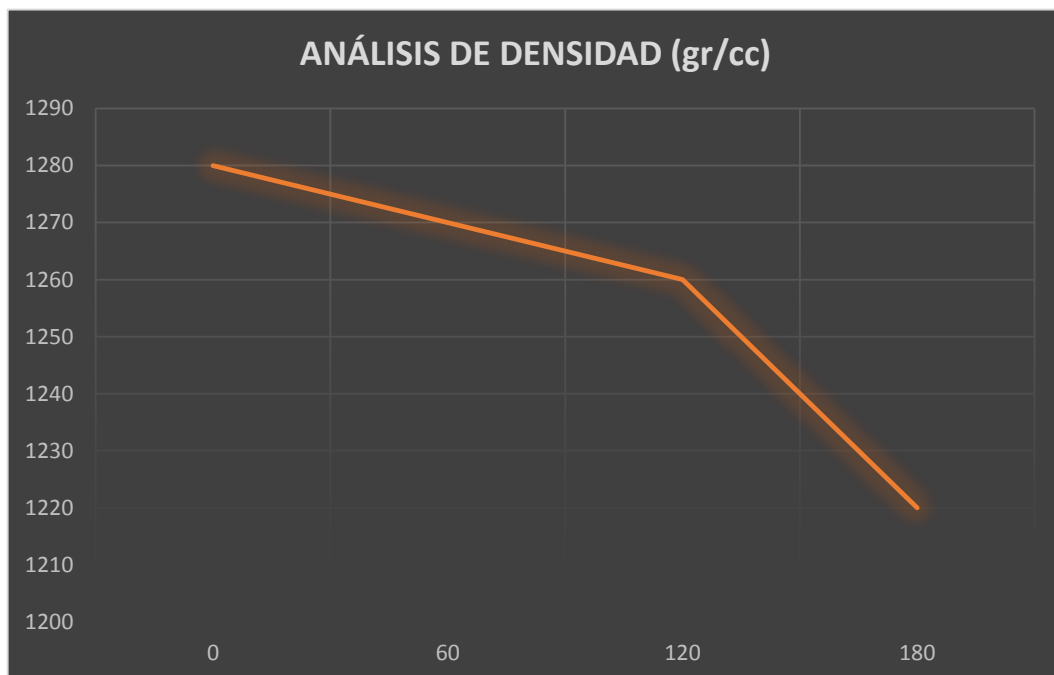


Figura 3.9 Análisis de la Densidad

La Figura 3.9 muestra la reducción de la densidad del electrolito de la batería en relación a la descarga del voltaje en el lapso de tiempo en que fueron realizadas las pruebas de descarga anteriores.

3.6. ANÁLISIS DE LOS SISTEMAS DE CARGA Y ARRANQUE

Las mediciones fueron efectuadas con dos equipos de diagnóstico, los cuales obtuvieron parámetros de medición similares y otros distintos que nos proporcionan un buen esquema del estado del sistema de carga y arranque del vehículo mediante el análisis de la corriente de la batería. En la Tabla 3.6 se puede identificar los valores captados por el comprobador de baterías, que contienen un dato en particular que es de nuestro interés, el CCA, se ha tomado dos lecturas para observar el crecimiento del CCA conforme a la carga de la batería, el valor del CCA se supone que debería ser igual o mayor al CCA nominal mientras la batería esté completamente cargada, vemos que no se cumple con esa condición, sin embargo, el CCA ha subido mucho más que cuando se realizó el diagnóstico inicial en reposo, significa que la batería está en muy buenas condiciones de funcionamiento.

Tabla 3.6 Valores de la prueba de carga con BOSCH BAT 135

REPORTE PRUEBA DE PARADA		
PARÁMETRO	LECTURA	
	0 MINUTOS	15 MINUTOS
VOLTAJE	12.78 V	12.74 V
CCA	640 CCA	708 CCA
RESISTENCIA INTERNA	4.30 mili ohmios	3.89 mili ohmios
ESTADO	73%	80%
NIVEL DE CARGA	100%	100%

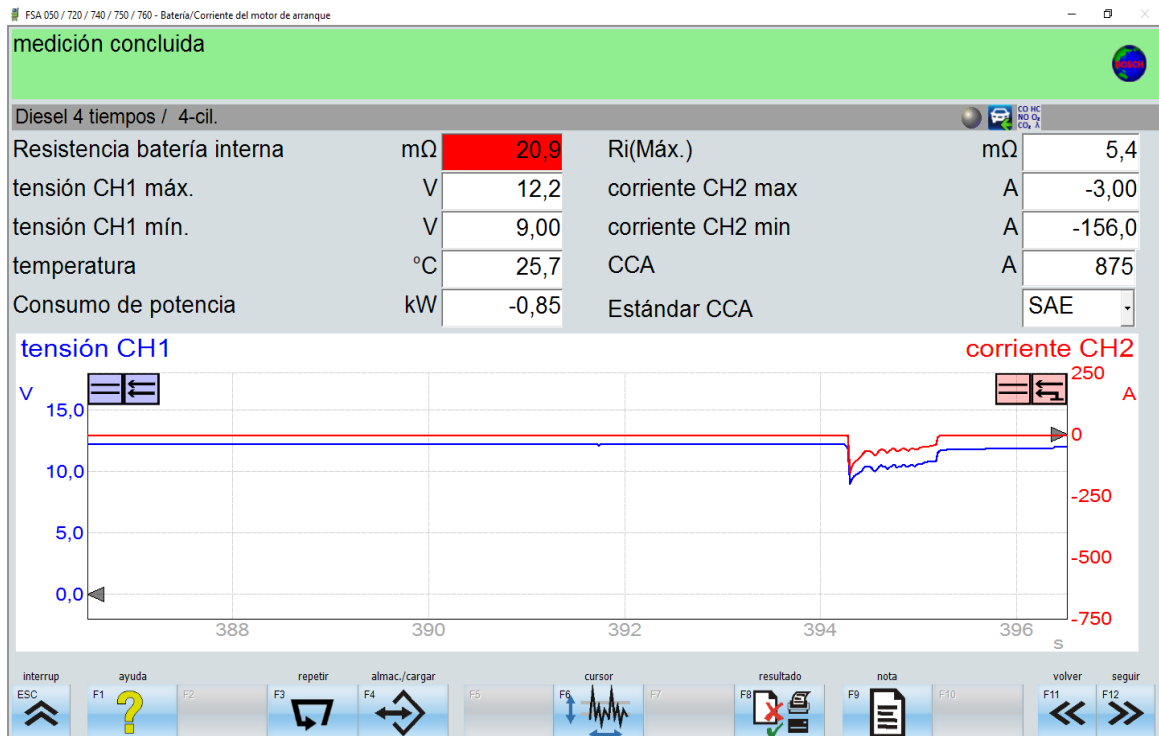


Figura 3.10 Valores de la prueba de arranque con BOSCH FSA 740

La Figura 3.10 muestra los parámetros y valores obtenidos por el equipo BOSCH FSA 740 durante la prueba de la corriente de arranque, aquí presenta ciertos defectos el equipo y es que, no nos permite conocer la cantidad de corriente real que se envía hacia el motor de arranque, debido a que se ve que emplea un protocolo de medición que no es adecuado, existen otros equipos que tienen integrado el modo de medición “Inrush” con lo cual se identifica ese valor de corriente, un motor a Diesel requiere de al menos 300 amperios para que la batería pueda poner en marcha el motor de arranque, y el equipo nos señala que se está enviando 156 amperios, aun así el vehículo ha encendido, y este es un valor que se obtiene con el modo de medición “máximo y mínimo” como se aprecia.

En la tabla de información del sistema existe información adicional acerca de la resistencia interna de la batería que indica que una batería que posea un valor superior a 5,5 mili ohmios no tendría capacidad de arranque en frío suficiente, es por ello y por la batería no encontrarse completamente cargada que el valor se eleva tan alto.

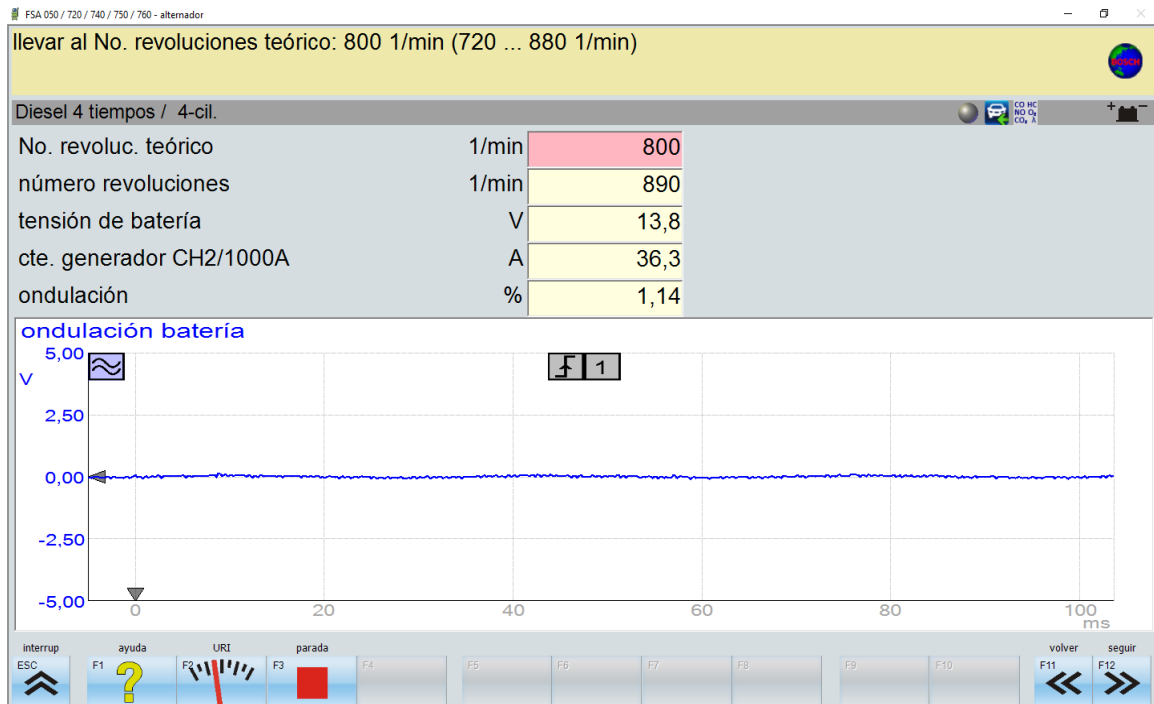


Figura 3.11 Valores de la prueba de alternador con BOSCH FSA 740

En la Figura 3.11 se muestran los valores tomados por el equipo BOSCH FSA 740 durante la prueba de alternador, en donde se puede apreciar una ondulación bastante baja significando que la rectificación de corriente se está llevando a cabo de manera correcta, otro parámetro importante es el amperaje que en este caso es la cantidad de corriente que está siendo suministrada por el alternador para recargar la batería, que según fabricantes de alternadores y en base al rotulado de la materia el alternador debería proporcionar una carga de entre el 35% a 50% de la capacidad de la batería y vemos que cumple con ello y se encuentra únicamente con velocidad de ralentí.

3.7. COMPARATIVA DE DATOS

Una observación importante respecto a productos en general es que sus características varían dependiendo del lugar o condición en donde se encuentren y debido a que los fabricantes suelen definir las especificaciones técnicas en base al lugar en el que se desarrolla o fabrica un determinado objeto, equipo, maquinaria, etc. Dichas características no serán las mismas en las condiciones de trabajo en distintos países, es por ello que se ha desarrollado una comparativa entre las especificaciones marcadas y las encontradas por medio de la medición con los diversos equipos electrónicos.

La Tabla 3,7 es un ejemplo de las diferencias encontradas, comenzando por el voltaje, que bueno, ciertamente en su mayoría se suele especificar el voltaje comercial de las baterías, debido a que la prueba fue realizada con una descarga rápida de la batería, se ha colocado el valor de corriente que la batería puede suministrar al cabo de 3 horas con una descarga continua a 17 amperios, este valor dependerá de la tasa de descarga que se aplique, en el caso del fabricante, menciona que la batería seleccionada puede proveer una corriente de 5 A durante 20 horas continuas. Una batería puede suministrar una mayor cantidad de corriente cuanto mayor sea el tiempo de duración de la descarga, obviamente la cantidad de corriente entregada por hora será mucho menor, es decir, un menor consumo por hora produce una mayor entrega de corriente al final en un tiempo mayor.

Tabla 3.7 Comparativa de especificaciones de la batería

COMPARATIVA DE DATOS TEÓRICOS Y REALES			
CARACTERÍSTICA	DATOS FABRICANTE	CARACTERÍSTICA	DATOS REALES
Voltaje	12 V	Voltaje	12,4 V
C20	100 Ah	C3	51 Ah
CCA (-18°C)	875 A	CCA (21°C)	600 A
R.I. Nominal	3,7 mili Ohmios	R.I. Nominal	5,2 mili Ohmios
R.I. Si Arranca	4,7 – 5,4 mili Ohmios	R.I. Si Arranca	6.1 mili Ohmios
R.I. No Arranca	> 5,5 mili Ohmios	R.I. No Arranca	> 6,3 mili Ohmios

El CCA es un factor importante ya que menciona la cantidad de corriente que puede ser entregada en climas fríos para el arranque del vehículo. En la ciudad de Ibarra donde predomina el clima cálido se ha determinado que la batería seleccionada tiene un CCA de 600 A en una temperatura de 21° C en reposo teniendo una gran diferencia en comparación al valor en frío especificado por el fabricante, pero sin presentar inconvenientes para el arranque del vehículo.

Finalmente, se observa los valores de la Resistencia Interna de la batería en condiciones normales y en condiciones de descarga, los valores teóricos son

proporcionados por BOSCH desde el equipo de diagnóstico BOSCH FSA 740, en donde se menciona que el valor nominal para una batería que posee un CCA de 850 A, es de 3,7 mili Ohmios. En realidad, el valor medido con la batería en reposo es mucho mayor llegando a los 5,2 mili Ohmios. Además, menciona que la Resistencia Interna que la batería posee como límite para encender el vehículo, es decir, que aún conserva su capacidad de arranque, es entre 4,7 – 5,4 mili Ohmios, el valor limite encontrado con los equipos fue de 6,1 mili Ohmios, dicho valor fue tomado cuando la batería posee un voltaje de 11,9 V.

Cuando el vehículo pierde su capacidad de arranque se menciona dentro de la ayuda del equipo, que la Resistencia Interna tendrá un valor superior a 5,5 mili Ohmios, lo cual, si bien es correcto, el valor medido por el probador de baterías fue mucho más alto, indicando que a partir de 6,3 mili Ohmios la batería ha perdido la capacidad de arranque, en las pruebas se observó un rápido crecimiento de dicha resistencia interna, siendo captado un valor superior a 11 mili Ohmios aun cuando la prueba de descarga no había concluido.

CAPÍTULO IV

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

- Durante la descarga continua de la batería DACAR BP 88-100 a 17 A, se comprobó que en 3 horas el voltaje ha disminuido hasta 10 voltios y su CCA cayó a cero, en este estado la batería ha perdido su capacidad de arranque en frío, siendo incapaz de poner en marcha al motor de arranque con la potencia suficiente para encender el motor de combustión interna.
- Al emplear de manera combinada los equipos de diagnóstico en tiempo real se generó un diagnóstico preciso y rápido del estado de la batería, mediante el uso del equipo FSA 740 que midió el voltaje durante la descarga continua, los valores de la capacidad de arranque en frío con el comprobador BAT 135 y el multímetro automotriz para comprobar corrientes parásitas
- Mediante las pruebas iniciales de voltaje y corriente se comprobó que la batería se encuentra en perfectas condiciones, que el consumo de corriente dado por las luces es de 17 A y que no existen corrientes de fuga parásitas en el vehículo, además de que el alternador está cargando a niveles adecuados, sin sobrepasar el voltaje máximo aplicable a una batería.
- Con los equipos de diagnóstico de la batería se comprobó que la caída de tensión de la batería no es constante en relación con la cantidad de energía consumida en el lapso de tiempo, la corriente de arranque en frío disminuye en mayor medida cuanto más bajo sea el voltaje y esto es inversamente proporcional con la resistencia interna que aumenta con el tiempo hasta llegar a una descarga de la batería en 3 horas.
- Con la medida de la densidad del electrolito en las celdas de la batería se demostró que si existe relación entre la densidad y el estado de carga de la batería concluyendo que los valores encontrados de 1220 gr/cc y 1280 gr/cc responden a la condición de una batería descargada y cargada respectivamente.
- Se verificó que los datos proporcionados por el fabricante son distintos a los valores reales medidos, esto debido a que se emplean valores nominales comerciales o son destinados a diversas condiciones de uso como en el caso del

CCA especificado para climas muy fríos y que es mucho mayor a diferencia de una ciudad con clima cálido como es Ibarra, existiendo una diferencia de casi 300 A entre el valor del fabricante y el valor real. Además, se encontró que el valor de la resistencia interna es mucho mayor a la indicada por BOSCH, existiendo una variación aproximada de 1,5 mili Ohmios entre cada medida.

4.2. RECOMENDACIONES

- Evitar exponer la batería a ciclos de descarga profunda en repetidas ocasiones debido a que la vida útil de la batería se reducirá notablemente y el vehículo perdería la energía para generar su primer arranque.
- Es importante que antes de tomar las mediciones del estado inicial de la batería el vehículo haya estado en funcionamiento durante aproximadamente 5 minutos y se deje descansar otros 5 minutos hasta estabilizar el voltaje, así se evitan errores en la medición causados por previos factores que pudiesen causar la descarga o sobre carga de la batería.
- Es importante conocer los límites de medición del equipo para no exponer a deterioros en los mismos como en el caso del multímetro que puede averiarse si no se elige el modo de medición respectivo, el módulo de diagnóstico BOSCH FSA 740 puede tomar las mediciones al mismo tiempo que el comprobador de baterías BOSCH BAT 135 para ahorro de tiempo en el diagnóstico.
- Al realizar las mediciones de la densidad del electrolito es importante dejar en reposo la batería si ha sido expuesta a carga o descarga debido a que se incrementa la temperatura en las celdas y puede generar lesiones. El tiempo de reposo variará dependiendo del esfuerzo al que haya sido expuesta, pero se aconseja un aproximado de 10 minutos.
- Los equipos de diagnóstico electrónico ayudan a reducir el tiempo de detección de fallas es importante cuidar la limpieza de cada uno y no exponerlos a lugares que puedan reducir su vida útil.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Autofácil. (06 de abril de 2011). VW Amarok 2.0 TDI (2011) 4X4 Highline. Obtenido de Autofácil: <https://www.autofacil.es/pruebas/vw-amarok-20-tdi-2011-4x4-highline/9338.html>
2. Barreiro, S. (2020). Metodología de prueba para análisis de fallas en baterías automotrices con tecnología Plomo - Ácido grupo 42. (Tesis). Universidad Internacional del Ecuador, Guayaquil, Ecuador.
3. Baterías Dacar. (2021). Ficha Técnica BP 88-100. Obtenido de Baterías Dacar: <https://bateriasdacar.com/tienda/bolt-silver-power/bp-88-100/>
4. BBC. (16 de abril de 2017). El enigma sin resolver de las “pilas de Bagdad”. Obtenido de BBC: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-39558387>
5. Blue Batteries. (17 de mayo de 2021). Historia de la batería: descubrimiento y evolución. Obtenido de Blue Batteries: <https://bluebatteries.es/historia-de-la-bateria/>
6. Bosch. (2019). Professional Multimeter. Obtenido de Bosch: <https://www.boschdiagnostics.com/products/professional-multimeter?v=17395>
7. Bosch. (2022). FSA 740 – equipo de medición. Obtenido de Bosch: <https://www.boschaftermarket.com/es/es/equipos-y-diagnosic/analisis/analisis-de-sistemas-del-veh%C3%ADculo/fsa-740-sin-kts-560>
8. Bosch. (2023). BAT 135 Battery Tester With Integrated Printer. Obtenido de Bosch: <https://www.boschdiagnostics.com/products/bat-135-battery-tester-integrated-printer>
9. Camacás, J. (2021). Implementación de un dispositivo de diagnóstico para módulos de batería de vehículos híbridos y eléctricos. (Tesis). Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador.
10. Canaribat. (08 de marzo de 2022). Baterías Eléctricas: Historia de su evolución. Obtenido de Canaribat: <https://www.canaribat.es/baterias/baterias-electricas-historia-de-su-evolucion/>
11. Chaparro, L. (18 de febrero de 2018). Alessandro Volta, de la corriente en ranas a la pila eléctrica. Obtenido de BBVA OpenMind: <https://www.bbvaopenmind.com/ciencia/grandes-personajes/alessandro-volta-de-la-corriente-en-ranas-a-la-pila-electrica/>

12. EDNA. (25 de agosto de 2016). Breve Historia de la Batería. Obtenido de Baterías EDNA: <https://baterias-edna.com.ar/breve-historia-de-la-bateria/>
13. Electrónica Fácil. (15 de abril de 2020). Historia de la Batería. Obtenido de Electrónica Fácil: <https://www.electronicafacil.top/bateria/historia-de-la-bateria/>
14. Frauca, O. (2021). Evolución histórica de las baterías aplicadas a los vehículos eléctricos de movilidad urbana. Aplicación de un caso práctico. (Tesis). Universidad Politécnica de Cartagena, Cartagena, España.
15. Fullea, J. (1994). Acumuladores Electroquímicos (Primera ed.). Madrid, España: McGRAW-HILL.
16. Guanoluisa, M., & Pazmiño, D. (2008). Cargador de Baterías de Plomo - Ácido de 48 Voltios. (Tesis). Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador.
17. Guembe, J., San Martín, I., & Pascual, J. M. (2016). Cálculo del estado de carga en baterías de plomo-ácido: diseño y validación experimental. (Tesis). Universidad Pública de Navarra, Pamplona, España.
18. Guevara, G. (2017). Medición de 24 horas de la corriente de fuga máxima en la batería en el vehículo con equipos electrónicos. (Tesis). Universidad Internacional del Ecuador, Guayaquil, Ecuador.
19. HDI Battery. (25 de noviembre de 2015). Características da las baterías de plomo. Obtenido de HDI Battery: https://www.hdibattery.com/blog/caracteristicas-da-las-baterias-de-plomo_n170
20. INEN. (08 de mayo de 2014). Vehículos Automotores. Baterías de Plomo - Ácido. Requisitos. Obtenido de Servicio Ecuatoriano de Normalización: <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/1499.pdf>
21. INEN. (abril de 2015). Vehículos Automotores. Baterías de Plomo - Ácido. Ensayos. Obtenido de Servicio Ecuatoriano de Normalización: https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/mte_inen_1498.pdf
22. Lifeder. (15 de diciembre de 2022). Benjamín Franklin. Obtenido de Lifeder: <https://www.lifeder.com/inventos-benjamin-franklin/>
23. Marcos, L. (12 de abril de 2020). Muere Benjamín Franklin, un hombre polifacético. Obtenido de Muy Interesante: <https://www.muyinteresante.es/historia/32347.html>
24. Martínez, J. (2017). Métodos de estimación del estado de carga de baterías electroquímicas. (Tesis). Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial de Barcelona, Barcelona, España.

25. Martínez, N. (17 de mayo de 2010). Benjamín Franklin y la electricidad. Obtenido de RTVE: <https://www.rtve.es/noticias/20100517/benjamin-franklin-electricidad/331621.shtml>
26. Mentado, P. (14 de abril de 2020). Alessandro Volta: la batería o pila se inventó en Italia. Obtenido de Energía Hoy: <https://energiahoy.com/2020/04/14/alessandro-volta-la-bateria-o-pila-se-invento-en-italia/>
27. Mercado, A., & Karenia, C. (2014). Desarrollo tecnológico en baterías e impulsión eléctrica ¿Sistemas tecnológicos disruptivos promovidos por imperativos ambientales? Cuadernos del CENDES. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=40331800002>.
28. Microtex. (07 de octubre de 2021). Origen de la batería de plomo-ácido. Obtenido de Microtex: <https://microtexindia.com/es/bateria-de-plomo-2/>
29. Ondarse, D. (15 de Julio de 2021). Batería. Obtenido de Concepto.de: <https://concepto.de/bateria/>
30. Ortiz, B. (2018). Análisis del ciclo de vida de las baterías convencionales. (Tesis). Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador.
31. Pancha, J., Rojas, V., Romero, V., & Nejer, J. (2019). Análisis del electrolito del acumulador automotriz a diferentes temperaturas en condición de encendido. Ingenius. Revista de Ciencia y Tecnología. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=505557450015>.
32. Rivera, N. (31 de mayo de 2015). El genio que hizo posible el transporte de la energía eléctrica. Obtenido de Hipertextual: <https://hipertextual.com/2015/05/alessandro-volta>
33. Rosas, J., & Trujillo, A. (2022). Análisis de autonomía de batería y ciclos de conducción en un vehículo eléctrico urbano, en ciudades de altura. (Tesis). Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador.
34. Taiwán Auto Tools. (2012). Battery Hydrometer. Obtenido de Taiwán Auto Tools: <https://www.taiwanautotools.com/Product/Detail.aspx?id=941>
35. Torres, C. (09 de Julio de 2013). Fabricación de las rejillas. Obtenido de Energicentro: <http://energicentro.blogspot.com/2013/07/fabricacion-de-las-rejillas.html>

- 36.** Truper. (2023). Cargador de 200 A para baterías de 12 V, con ruedas, Truper. Obtenido de Truper: https://www.truper.com/ficha_merca/ficha-print.php?code=13029
- 37.** Vergara, M. (22 de marzo de 2010). Tecnología de Baterías. Obtenido de Universidad Técnica Federico Santa María: <http://www2.elo.utfsm.cl/~elo383/apuntes/InformeBaterias.pdf>
- 38.** VZH. (2020). Manual de Baterías de Arranque. Obtenido de VZH, Van Zandweghe Hnos: https://vzh.com.ar/pdf/arranque/VZH_manual_Baterias_Automotrices.pdf

ANEXOS

ANEXO I

EQUIPOS UTILIZADOS



Figura AI.1. PROBADOR DE BATERÍAS BOSCH BAT 135

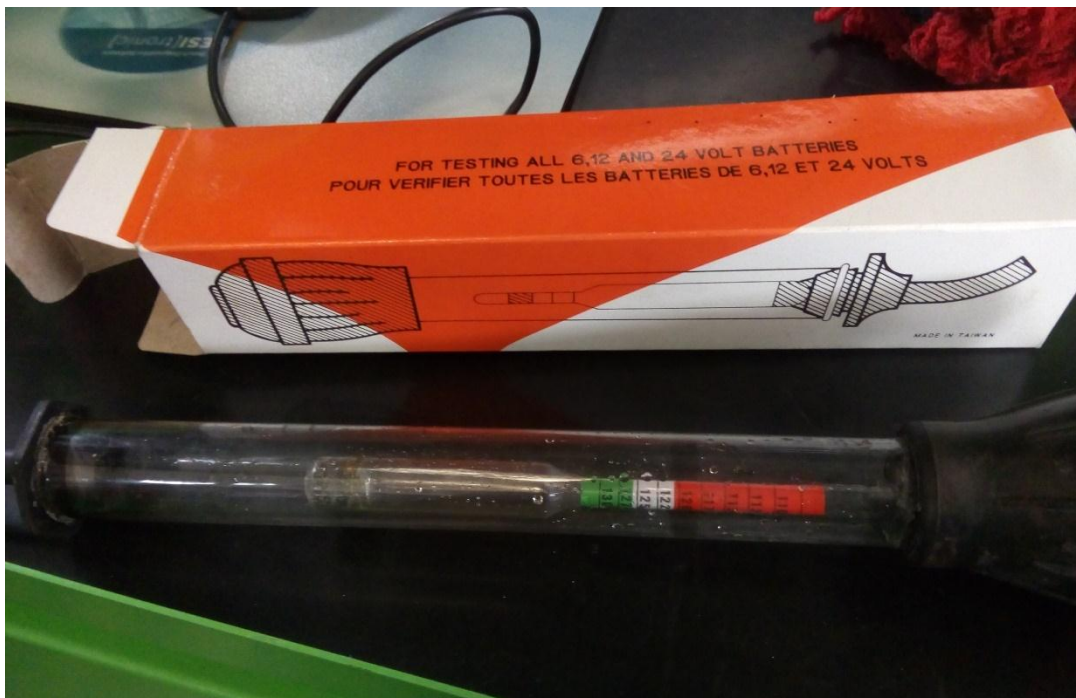


Figura AI.2. DENSÍMETRO SIN MARCA DE FABRICANTE



Figura AI.3. PINZA AMPERIMÉTRICA 30 A



Figura AI.4. CARGADOR DE BATERÍAS

ANEXO III
FICHAS TÉCNICAS

BOLT SILVER POWER

Baterías
DACAR

BP 88-100
FICHA TÉCNICA

TIPO DE TERMINAL
SAE Post

◀ 17.69mm ▶

◀ 19.57mm ▶

18,36mm

POLARIDAD

NORMAL

ESPECIFICACIONES & CARACTERÍSTICAS

<p>VOLTAJE 12V Ah 100 RES. MIN 170 CCA -18°C 875 CA -0°C 1050</p>	<p>DIMENSIONES LARGO 352 mm ANCHO 175 mm ALTO 190 mm</p>	<p>CAJA CUBIERTA PP DE ALTO IMPACTO LIBRE MATENIMIENTO</p> <p>TIPO DE BATERÍA PLATA, PLOMO, CALCIO</p> <p>SEPARADOR FIBRA DE VIDRIO</p> <p>PLACA DOBLE PROTECCIÓN</p> <p>RESISTENTE ALTAS TEMPERATURAS VIBRACIONES</p>
--	---	---

Máxima Duración

Figura AI.4. FICHA TÉCNICA DE BATERÍA DACAR

EN [A]	DIN [A]	SAE [A]	IEC [A]	Valor nominal de la resistencia interna [mOhm]	Resistencia interna [mOhm] Capacidad limitada de arranque en frío	Resistencia interna [mOhm] Sin capacidad de arranque en frío
100	60	100	65	30	> 37 – 42	> 43
140	85	150	95	21	> 26 – 30	> 31
180	110	200	130	16	> 20 – 23	> 24
230	140	250	160	13	> 16 – 18	> 19
280	170	300	195	10,6	>13 – 15	> 16
330	200	350	225	9	> 11 – 13	> 14
360	225	400	260	8	> 10 – 11,5	> 12
420	255	450	290	7,1	> 8,8 – 10,1	> 10,5
480	280	500	325	6,4	> 8,0 – 9,1	> 9,5
520	310	550	355	5,8	> 7,3 – 8,3	> 8,5
540	335	600	390	5,4	> 6,7 – 7,7	> 8,0
600	365	650	420	4,9	> 6,2 – 7,0	> 7,5
640	395	700	450	4,6	> 5,7 – 6,6	> 7,0
680	420	750	485	4,3	> 5,4 – 6,0	> 6,5
760	450	800	515	4,0	> 5,0 – 5,7	> 6,0
790	480	850	550	3,7	> 4,7 – 5,4	> 5,5
860	505	900	580	3,6	> 4,5 – 5,1	> 5,2

Figura AII.1. VALORES DE RESISTENCIA INTERNA




F2	URI	Cambio al multímetro. Después de finalizar la función de multímetro se vuelve a cambiar al menú desde el cual se ha llamado la función de multímetro.
F3	Medir	Se inicia la medición. Con <F3> se finaliza la medición. Con <F8> se pueden indicar e imprimir los valores de medición en el protocolo.
F3	Parada	Se finaliza la medición. Los valores de medición se guardan temporalmente. Se pueden indicar e imprimir los resultados en el modo de parada con <F8>
F5	Duración	Se selecciona la longitud de la duración de la grabación. La medición finaliza después de transcurrir este tiempo. En caso de mediciones de corriente de reposo a batería con valores teóricos la tecla de softkey está inactiva. La duración de la grabación se determina mediante el valor teórico.
F6	Curvas	En la indicación gráfica sólo se muestra la corriente de reposo o adicionalmente la tensión de la batería.
F7	X	Ajuste de la desviación X.  Seleccionar el tiempo, grado y/o porcentaje según el paso de prueba o prueba de componentes.
F8	Y	Ajuste de la desviación Y (p. ej. tensión o presión).  Con el cable de medición con divisor de tensión se pueden medir tensiones de hasta un máximo de 60 VDC, 30 VAC, 300 VACpeak.  Dentro del margen de tensión máximo de 20 VCC/VCA, el cable de medición con divisor de tensión se puede utilizar solo de forma limitada. Debido a la precisión de la medición, para este margen de tensión recomendamos utilizar los cables de medición Multi CH1/CH2.

Figura AII.2. CONTROLES DE PRUEBA

Denominación	Número de pedido	Categoría de medición	Máx. tensión de medición	Sensibilidad de salida sensor	Máx. tensión de salida en el cable de medición
Cable de conexión de la batería B+/B-	1 684 460 195	CAT 0	60 V CC/30 V CA/ 42 V CApeak	—	60 V
Pinza trigger	1 687 224 957	CAT 0	30 kV CApeak	²⁾	5 V
Cable de conexión primario (UNI 4)	1 684 462 563	CAT 0	32 V CC/30 V CA/ 320 V CApeak	³⁾	320 V
Cable múltiple de medición CH1 Cable múltiple de medición CH2	1 684 460 258 1 684 460 259	CAT 0	60 V CC/30 V CA/ 42 V CApeak	³⁾	60 V
Cable de medición con divisor de tensión	1 687 224 300	CAT 0	60 V CC/30 V CA/ 300 V CApeak/	25 V/V	20 V
Juego de accesorios con puntas de comprobación	1 687 016 118	CAT 3	1000 V CC/CA	—	30 V
pinzas de derivación	1 684 485 434/ ... 435	CAT 2	1000 V CC/CA	—	300 V
enchufe adaptador	1 684 480 403/ ... 404	CAT 2	600 V CC/CA	—	30 V
Pinzas de corriente 1000 A	1 687 224 968	CAT 0	300 V CC/CA	100 mV/A	5 V
Pinzas de corriente 30 A	1 687 224 969	CAT 0	300 V CC/CA	4 mV/A	5 V
Juego de accesorios con puntas de comprobación, bornes de comprobación	1 687 010 153	CAT 0	30 V CC/CApeak	—	60 V
Transmisor de valor de medición secundario	1 687 224 973	CAT 0	30 kV CApeak	20 mV/kV ¹⁾	1 V
Sensor de temperatura del aceite	1 687 230 036	CAT 0	5 V	Resistencia: 1005 Ω a 25 °C 1530 Ω a 90 °C	5 V

Fig

ura AII.3. ESPECIFICACIONES DE CABLES

ANEXO III PRUEBAS REALIZADAS



Figura AIII.1. COMPROBACIÓN DE EQUIPOS



Figura AIII.2. PRUEBAS CON BOSCH BAT 135

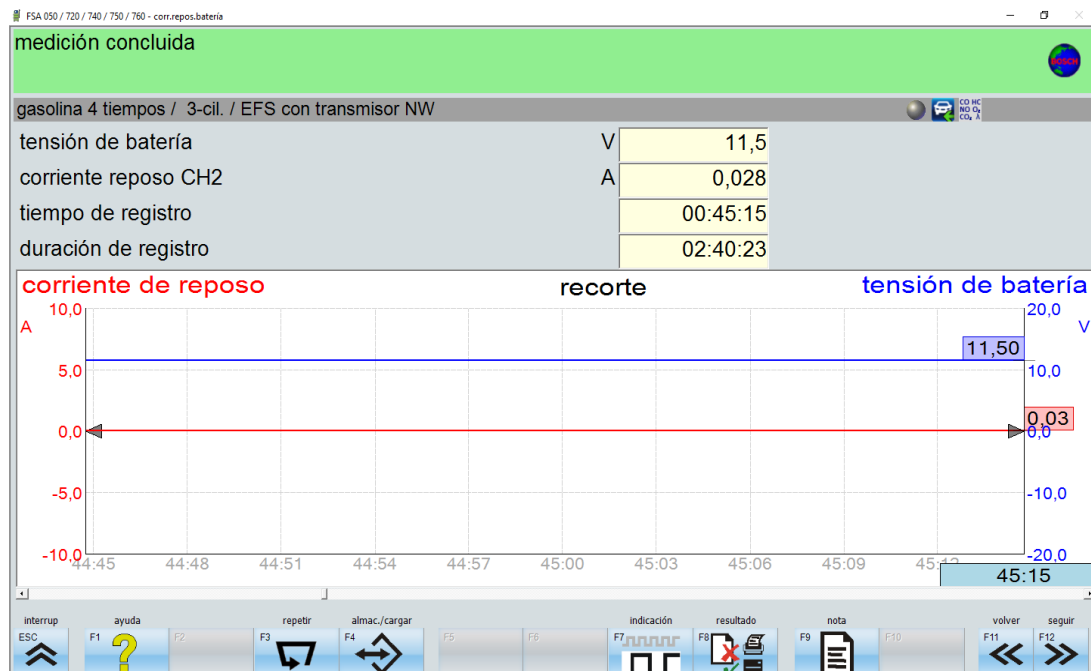


Figura AIII.3. MEDICIÓN BOSCH FSA 740 EN 1 HORA

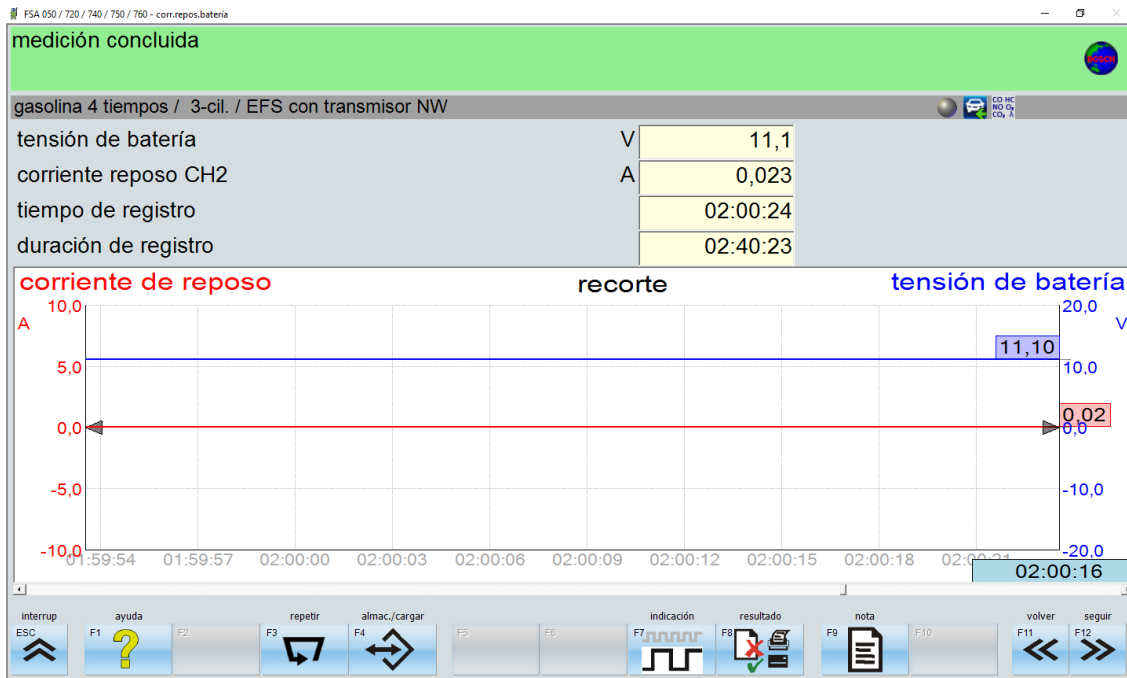


Figura AIII.4. MEDICIÓN BOSCH FSA 740 EN 2 HORAS

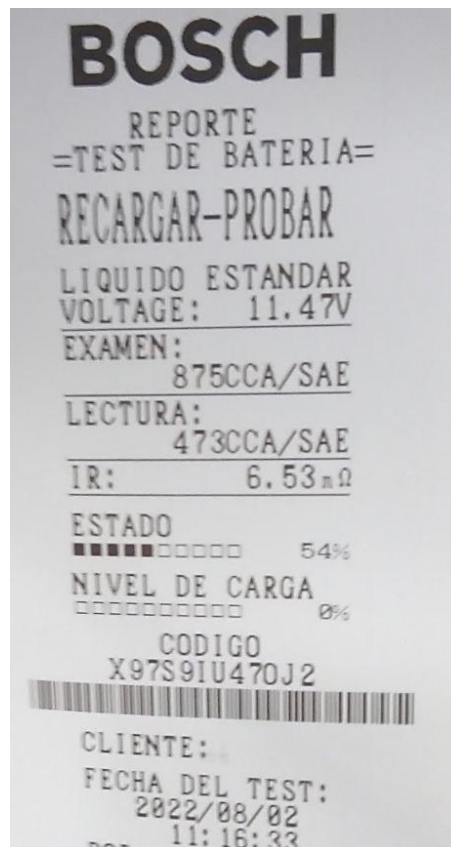


Figura AIII.5. MEDICIÓN BOSCH BAT 135 EN 1 HORA

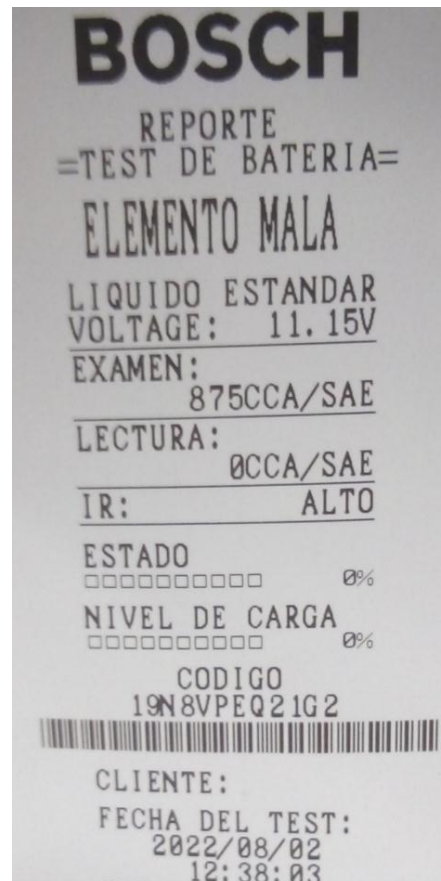


Figura AIII.6. MEDICIÓN BOSCH BAT 135 EN 2 HORAS