



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

**DISEÑO DEL CABLEADO ELÉCTRICO Y SU RUTEO EN LAS
CARROCERÍAS PARA BUSES DE TRANSPORTE DE
PASAJEROS EN EL ECUADOR.**

**TRABAJO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE INGENIERO AUTOMOTRIZ**

CÉSAR ANDRÉS CHÁVEZ CHAMORRO

DIRECTOR: ING. CÉSAR PADILLA

Quito, Mayo 2015

© Universidad Tecnológica Equinoccial. 2015
Reservados todos los derechos de reproducción

DECLARACIÓN

Yo **César Andrés Chávez Chamorro**, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Tecnológica Equinoccial puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

César Andrés Chávez Chamorro

C.I. 1714086103

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo que lleva por título “**Diseño del cableado eléctrico y su ruteo en las carrocerías para autobuses de transporte de pasajeros en el Ecuador.**”, que, para aspirar al título de **Ingeniero Automotriz** fue desarrollado por **César Andrés Chávez Chamorro**, bajo mi dirección y supervisión, en la Facultad de Ciencias de la Ingeniería; y cumple con las condiciones requeridas por el reglamento de Trabajos de Titulación artículos 18 y 25.

Ing. César Padilla

DIRECTOR DEL TRABAJO

C.I. 1700493925

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios por darme la fortaleza para enfrentar cada día un nuevo reto y finalmente haber llegado a este momento tan importante en mi formación profesional.

A mis padres que con su ejemplo de amor, dedicación, esfuerzo y unión familiar me prepararon para enfrentar cada día como una nueva oportunidad para mejorar.

A mis hermanos que con sus locuras me dieron muchas alegrías en este proceso. Siempre estar para apoyarlos Erick Luis y Chris.

A mi familia en general que de una u otra manera estuvieron brindándome su apoyo incondicional para poder culminar con este objetivo.

AGRADECIMIENTO

Principalmente a Dios por haberme dado salud y fuerza para superar obstáculos y dificultades para culminar esta etapa de mi vida

Agradezco a mis padres por la confianza y por el esfuerzo de darme una educación de calidad, por sus consejos y así no dejar que me rinda y siga con pie firme en la culminación de mis metas.

A mis tíos Xavier y Xime por saber asesorarme y tenerme paciencia durante estas etapas de mi vida.

Al ing. César Padilla, Director de tesis, quien estuvo continuamente brindándome su apoyo e impartiendo sus conocimientos para la culminación de este trabajo.

A la Universidad Tecnológica Equinoccial, Facultad de Ciencias de la Ingeniería, al personal docente y administrativo que con sus valores y enseñanzas logran dar al país profesionales de calidad.

ÍNDICES DE CONTENIDOS

	PÁGINA
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT.....	xv
1. INTRODUCCIÓN	1
2. MARCO TEORICO.....	5
2.1. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL EN EL ENSAMBLAJE DE LAS CARROCERÍAS FABRICADAS EN ECUADOR.....	5
2.2. PROCESOS DE FABRICACIÓN DE CARROCERÍAS.....	9
2.2.1. DETALLE DEL PROCESO COMÚN DE PRODUCCIÓN PARA LA FABRICACIÓN DE CARROCERÍAS DE BUSES DE TRANSPORTE DE PASAJEROS EN NUESTRO PAÍS.....	9
2.2.1.1. Definición de los procesos de fabricación.....	11
2.3. SISTEMAS ELÉCTRICOS DE UNA UNIDAD DE TRASPORTE DE PASAJEROS	22
2.3.1. EQUIPOS ELÉCTRICOS DEL CHASIS.....	23
2.3.1.1. Fuentes de alimentación de corriente.....	23
2.3.2. ELEMENTOS ELÉCTRICOS DE LA CARROCERIA	26
2.3.2.1. Materiales utilizados en la fabricación del sistema de cableado eléctrico de la carrocería	26
2.3.3. ACCESORIOS ELÉCTRICOS DE BUSES	33
2.3.3.1. Accesorios eléctricos interiores	33
2.3.3.2. Accesorios eléctricos externos	36
2.4. NORMAS APLICADAS EN LA FABRICACIÓN DE CARROCERÍAS.....	37
2.4.1. NORMAS NACIONALES	37
2.4.1.1. NTE INEN 1323 vehículos automotores. Carrocerías de buses Requisitos.....	37
2.4.1.2. NTE INEN 1155: 2009. Vehículos automotores. Dispositivos para mantener o mejorar la visibilidad.	41
La norma 1155 para el mejoramiento de la visibilidad señala que:.....	41

2.4.1.3.	NTE INEN 2205: 2009. Vehículos automotores. Bus urbano. Requisitos.	43
2.4.1.4.	Reglamento Técnico Ecuatoriano INEN 038. Bus Urbano .	46
2.4.1.5.	RTE INEN 041. Vehículos de transporte escolar.....	46
2.4.1.6.	RTE INEN 043 Bus Intraprovincial e Interprovincial	47
2.4.2.	NORMAS INTERNACIONALES.....	47
2.4.2.1.	Norma Americana USA	48
2.4.2.2.	Norma Canadiense.....	49
2.4.2.3.	Norma Europea	50
2.4.2.4.	Directiva 2001/85/CE.....	51
2.4.2.5.	Reglamento N°107 (CEPE/ONU)	52
2.4.3.	ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL FABRICANTE DEL CHASIS PARA EL CARROZADOR.	54
3.	MARCO METODOLÓGICO	60
3.1.	NIVEL DE INVESTIGACIÓN	60
3.2.	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	61
3.3.	LOS INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN ..	62
3.4.	TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE DATOS	62
3.5.	PROCEDIMIENTO PARA EL LOGRO DE LOS OBJETIVOS	63
3.6.	MUESTREO DE PROBLEMAS DEL SISTEMA DE CABLEADO ELÉCTRICO DE LAS CARROCERÍAS FABRICADAS EN ECUADOR.....	64
3.6.1.	PROBLEMAS CARROCERÍAS TIPO A:.....	66
3.6.2.	PROBLEMAS CARROCERIA TIPO B.	69
3.6.3.	PROBLEMAS CARROCERÍA TIPO C.	71
4.	PROPUESTA DE DISEÑO.....	75
4.1.	ESQUEMA ACTUAL DEL SISTEMA DE CABLEADO ELÉCTRICO	75
4.2.	CRITERIOS PARA LA FABRICACION DE LOS SISTEMAS DE CABLEADO ELÉCTRICO PARA CARROCERÍAS DE BUSES DE TRANSPORTE DE PASAJEROS.....	78

4.2.1. CLASIFICACIÓN DE LA CARROCERÍA Y EL CABLEADO ELÉCTRICO.....	78
4.2.2. CLASIFICACIÓN DEL CABLEADO ELECTRICO.....	80
4.2.3. DISEÑO DE CIRCUITOS Y CÁLCULOS DE CONSUMO DE CORRIENTES PARA BUS.....	82
4.2.3.1. Luces y accesorios principales del chasis	83
4.2.3.2. Cálculo de consumo de corriente y diseño de circuito de luces secundarias y accesorios de carrocería para Bus con cableado simple.....	88
4.2.3.3. Cálculo del consumo de corriente y diseño de circuito de luces secundarias y accesorios de carrocería para bus con cableado completo.....	101
4.2.3.4. Sistema de cableado eléctrico para accesorios de aire acondicionado.....	116
4.2.4. DISEÑO DE CIRCUITOS Y CÁLCULOS DE CONSUMO DE CORRIENTES PARA MICROBUS.....	118
4.2.4.1. Cálculo de consumo de corriente y diseño de circuito de luces secundarias y accesorios de carrocería para Microbús con cableado simple.....	123
4.2.4.2. Cálculo de consumo de corriente y diseño de circuito de luces secundarias y accesorios de carrocería para Microbús con cableado completo.....	132
4.2.5. SELECCIÓN DE CABLES	143
4.2.6. ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA DE CABLEADO ELÉCTRICO.....	145
4.2.6.1. Codificación de cables.....	146
4.2.6.2. Longitud de cables.....	152
4.3. PROCEDIMIENTOS PARA LA FABRICACION DE LOS SISTEMAS DE CABLEADO ELÉCTRICO PARA CARROCERÍAS DE BUSES DE TRANSPORTE DE PASAJEROS.....	157
4.3.1. ARMADO DEL SISTEMA DE CABLEADO ELÉCTRICO.....	157
4.3.1.1. Arnés de cables número 1	158
4.3.1.2. Arnés de cables número 2.....	161
4.3.1.3. Arnés de cables número 3.....	179

4.3.2. RUTEO Y DISTRIBUCIÓN DEL CABLEADO POR LA CARROCERÍA.	197
4.3.2.1. Traspaso del arnés a través de la estructura.....	197
4.3.2.2. Distribución del arnés de cables por la parte superior de la carrocería.	199
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	201
5.1. CONCLUSIONES.....	201
5.2. RECOMENDACIONES.....	204
GLOSARIOS.....	206
BIBLIOGRAFÍA.....	208
ANEXOS.....	206

ÍNDICE DE TABLAS

	PÁGINA
Tabla 1. Tabla de frecuencias. (Taller Eléctrico Chávez, 2014).....	65
Tabla 2. Suma de corrientes parciales de consumo del chasis.	88
Tabla 3. Suma de corrientes parciales de consumo de la carrocería.	99
Tabla 4. Suma de consumo de corrientes parciales de carrocería.	114
Tabla 5. Suma de consumo de corrientes parciales de chasis.	123
Tabla 6. Sumatoria de corrientes parciales de la carrocería.	130
Tabla 7. Sumatoria de corrientes parciales de la carrocería.	141
Tabla 8. Sección de cable con base al amperaje consumido	143
Tabla 9. Codificación de secciones de cables	144
Tabla 10. Distribución de cables.	145
Tabla 11. Código por ubicación del accesorio.	148
Tabla 12. Código por la función del cable.	148
Tabla 13. Código por accesorio.	149
Tabla 14. Codificación de cables de señal positiva.....	150
Tabla 15. Codificación de cables de alimentación negativa e interruptores a relés.	151

ÍNDICE DE FIGURAS

PÁGINA

Figura 1. Empresas calificadas para la construcción de carrocerías por parte de las escuelas politécnicas con base del convenio con la EMMOP-Q.	6
Figura 2. Flujograma del proceso general de fabricación de carrocería para buses	10
Figura 3. Estructura base.....	11
Figura 4. Chasis de bus.....	12
Figura 5. Recubrimiento del chasis.....	13
Figura 6. Unión de la Estructura.	14
Figura 7. Forrado de la estructura.....	15
Figura 8. Forro de cajuelas.	17
Figura 9. Forrado interior.	18
Figura 10. Preparación de la Carrocería.....	19
Figura 11. Instalaciones Eléctricas.	20
Figura 12. Instalación de acabados.	21
Figura 13. Control de Calidad.	22
Figura 14. Conexión de batería en serie.....	24
Figura 15. Conexión baterías en paralelo	24
Figura 16. Alternador	25
Figura 17. Alternador aire acondicionado	25
Figura 18. Tablero de control scania 360 (Marcopolo Paradiso 1200).....	26
Figura 19. Caja de fusibles comercial.....	27
Figura 20. Sócalo o conector.	27
Figura 21. Terminal tipo pin.	28
Figura 22. Terminal tubular.....	28
Figura 23. Terminal de ojo (terminal redondo)	29
Figura 24. Terminal horquilla	29
Figura 25. Terminal para enchufa aislado (terminal riel hembra y macho) ...	30
Figura 26. Terminal para enchufar (terminal riel hembra y macho).	30

Figura 27. Terminal cobre estañado.	31
Figura 28. Cable automotriz.....	32
Figura 29. Mangueras de protección.	32
Figura 30. Luces de salón.....	33
Figura 31. Luces de lectura.	34
Figura 32. Luces de números de asientos	35
Figura 33. Cableado eléctrico del chasis VW 17-210.	55
Figura 34. Ubicación recomendada para la caja de fusibles.....	56
Figura 35. Bodega de baterías.....	57
Figura 36. Modificación de cables.....	67
Figura 37. Cerebro de luces principales recalentado.....	67
Figura 38. Recalentamiento de sócalo de cerebro de luces.	68
Figura 39. Tablero de fusibles (Diseño propio de la empresa carrocera).	69
Figura 40. Caja de fusible electrónica.....	70
Figura 41. Ubicación no adecuada de la caja de fusibles.	70
Figura 42. Ubicación no adecuada de la caja de fusibles.	71
Figura 43. Conexiones modificadas en hino AK.	72
Figura 44. Desorden en conexiones.	72
Figura 45. Conexión a tierra inadecuada.	73
Figura 46. Arnés de cables de carrocería sin protección y sin sujeción.....	73
Figura 47. Conexión domiciliaria.....	75
Figura 48. Conexión carrocería bus.....	76
Figura 49: Circuito eléctrico básico de conexiones de una carrocería.	77
Figura 50. Clasificación de carrocerías para buses.	78
Figura 51: Bus Interprovincial.	79
Figura 52. Microbús.	80
Figura 53. Clasificación del sistema de cableado eléctrico y distribución por carrocería.....	81
Figura 54. Palanca Cambio de luces.	84
Figura 55. Características de flasher de direccional.	86
Figura 56. Bus urbano.	89
Figura 57. Diseño del circuito de luces de volumen.....	90

Figura 58. Diseño del circuito de luces halógenos neblineros.	91
Figura 59. Conexión motor de plumas.	91
Figura 60. Diseño de circuito lámparas graderíos.....	92
Figura 61. Diseño del circuito de luces de salón.....	93
Figura 62. Circuito lámpara de cabina.	94
Figura 63. Diseño de circuito de luz rotulo inferior.	95
Figura 64. Diseño de circuito de luz rotulo superior.	95
Figura 65. Circuito inversor de voltaje.....	96
Figura 66. Conexión adicional accesorios 10Amp Max.	97
Figura 67: Conexión de timbre.....	97
Figura 68. Motor soplador antivaho.	98
Figura 69. Circuito eléctrico lógico de carrocería bus urbano.	100
Figura 70. Diseño del circuito de luces de volumen.....	101
Figura 71. Diseño del circuito de luces halógenos neblineros.	102
Figura 72. Diseño de circuito de conexión motor de plumas.	103
Figura 73. Diseño de circuito lámparas graderíos.....	103
Figura 74. Diseño de circuito de luces de salón.....	104
Figura 75. Diseño de circuito de lámpara de cabina.	105
Figura 76. Diseño de circuito de luces de lectura ubicación por asiento.....	106
Figura 77. Diseño de circuito de luces números de asientos.	107
Figura 78. Diseño de circuito de luces de pasillo.	108
Figura 79. Diseño de circuito inversor de voltaje.	109
Figura 80. Diseño de Circuito amplificador de audio.....	110
Figura 81. Diseño de circuito de pantallas.	110
Figura 82. Luces de bodega.	111
Figura 83. Diseño de circuito de luces y extractor baño.	112
Figura 84: Diseño de circuito de motor soplador antivaho.	112
Figura 85. Diseño de circuito de conexión adicional accesorios 10 A Max.	113
Figura 86: Circuito eléctrico lógico de carrocería bus interprovincial.	115
Figura 87: Esquema de circuito eléctrico de sistema de aire acondicionado.....	117
Figura 88. Microbús.	118

Figura 89. Cambio de luces.	120
Figura 90. Diseño de circuito de luces de volumen.....	124
Figura 91. Diseño de circuito de luces halógenos o neblineros.	125
Figura 92. Diseño del circuito de conexión motor de plumas.....	125
Figura 93. Diseño de circuito lámparas graderíos.....	126
Figura 94. Diseño del circuito de luces de salón.....	127
Figura 95. Diseño de circuito luz de cabina.	128
Figura 96. Diseño de circuito luz de rotulo.....	128
Figura 97: Diseño de circuito de conexión adicional accesorios 10 A Max.	129
Figura 98. Diseño de circuito del motor soplador antivaho.	130
Figura 99. Esquema eléctrico lógico de carrocería de micro bus.....	131
Figura 100. Diseño de circuito de luces de volumen.....	132
Figura 101: Diseño de circuito de luces halógenos o neblineros.	133
Figura 102. Diseño de circuito de conexión motor de plumas	134
Figura 103. Diseño de circuito lámparas graderíos.....	134
Figura 104. Diseño del circuito de luces de salón.....	135
Figura 105: Diseño de circuito de luz de cabina.	136
Figura 106: Diseño de circuito de las luces de lectura.....	137
Figura 107: Diseño de circuito de conexión adicional accesorios 10 A Max.	138
Figura 108: Diseño de circuito de motor soplador antivaho	138
Figura 109: Diseño de circuito de luz de rotulo.....	139
Figura 110: Diseño de circuito de luces de bodega.	140
Figura 111. Esquema eléctrico lógico de carrocería.	142
Figura 112. Codificación de cables.....	146
Figura 113. Libreta de identificación.	147
Figura 114. Caja de control ubicada en el estribo.....	154
Figura 115. Caja de control ubicada sobre el puesto del chofer.	155
Figura 116. Caja de fusible en bodega de equipaje.....	156
Figura 117. Conexión de arneses.....	157
Figura 118. Distribución de interruptores.	158
Figura 119. Conexión arnés de cables número 1.	159

Figura 120. Conjunto de cables de tierra forrados en arnés.	160
Figura 121. Terminal riel con sócalo.	160
Figura 122. Conexión arnés de cables número 2	161
Figura 123. Distribución arnés número 2.	162
Figura 124. Interruptor con terminal y sócalo de un pin.	163
Figura 125. Sócalos de 6 hembra y macho.	163
Figura 126. Distribución de pines en sócalo de 4 hembra.	164
Figura 127. Distribución de pines en sócalo de 3 hembra.	164
Figura 128. Sócalos de 6 pines macho.	165
Figura 129. Sección descubierta de los cables del arnés.	165
Figura 130. Esquema lógico de caja de control.	166
Figura 131. Caja de fusibles número 1.	167
Figura 132. Caja de fusibles número 2:	167
Figura 133. Caja de fusibles número 2.	168
Figura 134. Distribución de caja de relés.	168
Figura 135. Bornera positiva para toma de corrientes volksbus.	169
Figura 136. Terminal tubular de unión remachado para unir dos cables	171
Figura 137. Conexión interna caja de fusibles.	171
Figura 138. Pines de relé convencional.	172
Figura 139. Conexión interna caja de control.	173
Figura 140. Sócalo de relé comercial.	174
Figura 141. Cable del pin 85 del relé.	175
Figura 142. Distribución de pines en sócalo de 4 macho.	175
Figura 143. Distribución de pines en sócalo de 6 macho.	176
Figura 144. Distribución de pines en sócalo de 6 hembra.	176
Figura 145. Sócalo de relé, terminal pin 86.	177
Figura 146. Terminal de unión.	178
Figura 147. Conexión arnés de cables 3.	179
Figura 148. Conexión relés – accesorios.	180
Figura 149. Distribución arnés número 3.	181
Figura 150. Orificio de carrocería con caucho pasante para arnés de cables.	185

Figura 151. Luz bodega con conexión sócalo riel macho.	186
Figura 152. Orificio pasante para cableado luz de pasillo.....	187
Figura 153. Distribución de accesorios frente.....	188
Figura 154. Distribución de arnés cables de luces de salón 1y2.	190
Figura 155. Líneas de alimentación luz lectura y luz número asientos.	191
Figura 156. Sócalo de 2 pines para accesorio.	195
Figura 157. Puntos de ramificación arnés 3.....	196
Figura 158. Agujero para paso de arneses.	197
Figura 159. Fijación de arneses, carrocería Busscar Jumbus 360.	198
Figura 160. Fijacion y paso de arnes, carroceria Marcopolo Paradiso 1200.....	199
Figura 161. Distribución y ruteo de arnés número 3 parte superior.	200

ÍNDICE DE ANEXOS

	PÁGINA
ANEXO I	213
ANEXO II	214
ANEXO III	215
ANEXO IV	216
ANEXO V	217
ANEXO VI	220
ANEXO VII	222
ANEXO VIII	223
ANEXO IX	224
ANEXO X	225

RESUMEN

Para la ejecución de este trabajo se realizó una investigación del estado de las instalaciones eléctricas de varias unidades de transporte de pasajeros, que efectuaron sus mantenimientos y chequeos en el Taller Eléctrico Chávez. En las unidades analizadas se encontró varios defectos de diseño y manipulación indebida, que ocasionan daños prematuros y permanentes para el sistema de cableado eléctrico.

Las normas de fabricación de carrocerías tienen un papel importante en el diseño e implementación del sistema del cableado eléctrico de las Unidades de Transporte. En el análisis se determinó que los criterios contenidos no son los suficientes para poder obtener un resultado óptimo en la fabricación del sistema de cableado eléctrico.

Para complementar las pautas emitidas por las normas se tomó en cuenta documentos de carrozado, manuales de usuario de carrocerías extranjeras emitidos por los fabricantes de chasis para bus; con esta indagación se elaboró los métodos de organización y distribución del cableado eléctrico dentro de la carrocería, adaptándolos a los materiales y elementos del entorno nacional.

De la información obtenida de los documentos recopilados, se ha propuesto un diseño de varios circuitos individuales con los accesorios más utilizados en las carrocerías de transporte de pasajeros; todos los elementos fueron agrupados formando un esquema eléctrico global de los accesorios de la carrocería, de manera conjunta con los diseños se desarrollaron los cálculos de consumo de corriente parcial y corriente total de dichos elementos.

Entre los procedimientos para la fabricación de los arneses de cableado eléctrico, se integró los métodos para: seleccionar adecuadamente la sección de los cables utilizados, los materiales y elementos a utilizarse para unir cables, y los aspectos que se deben tomar en cuenta para obtener la longitud necesaria de los cables.

Para completar el diseño propuesto se trazó varios bosquejos del posible ruteo de los arneses de cables por toda la carrocería. El diseño propuesto podría ser utilizado por las empresas fabricantes de carrocería a nivel nacional. Este documento ofrece las pautas estandarizadas para la fabricación del sistema de cableado eléctrico en las unidades de transporte de pasajeros.

ABSTRACT

For the execution of this work we made an investigation of the state of the electrical systems of several units of public transportation, which made their maintenance and checkups at the Electric Workshop Chavez, was performed. In the analyzed units several design flaws and mismanagement, causing premature and permanent damage for the electrical wiring system.

The manufacturing standards bodies have an important role in the design and implementation of electrical wiring system of units Transport. In the analysis we determined that the criteria contents are not enough to obtain an optimal result in the manufacture of electrical wiring system.

To complement the guidelines issued by the rules will take care about bodywork documents, user manuals, foreign bodies, issued by the manufacturer of bus chassis. In these documents we used the methods of organization and distribution of electrical wiring within the body and adapted to the materials and the local elements.

With the information obtained from the collected documents, has proposed a design of several individual circuits used in the transportation of passengers. All elements were grouped to form an overall circuit diagram of body accessories. In conjunction with the design, calculations of consumption and total current partial stream of those elements were developed.

Among the methods for manufacturing electrical wiring harnesses, methods to properly select the section of the cables used, the materials and elements used to attach cables, and the aspects that heads taken into account were integrated to obtain the length necessary wires.

To complete the proposed design sketches several possible routing wiring harnesses throughout the body was laid. The proposed design could be used by manufacturers of body at national level. This document provides

standardized guidelines for the manufacture of electrical wiring system in passenger units.

1. INTRODUCCIÓN

De acuerdo a los registros del Taller Eléctrico Chávez se puede afirmar que un número importante de autobuses de transporte de pasajeros no tienen una adecuada instalación del sistema de cableado eléctrico, provocando daños en diferentes partes del sistema eléctrico.

Desde el inicio de la industria de carrocerías para autobuses de transporte de pasajeros este problema se presenta frecuentemente en las unidades. Las principales situaciones negativas que se evidenciaron en este problema son las siguientes:

- Limitada disponibilidad de información para la instalación del cableado eléctrico en carrocerías de autobuses de transporte de pasajeros.
- Criterios insuficientes para la instalación del cableado eléctrico en carrocerías de autobuses de transporte urbano.
- Procedimientos inadecuados en la instalación de los sistemas de cableado eléctrico de carrocerías de autobuses de transporte de pasajeros.

La inadecuada instalación del sistema del cableado eléctrico en autobuses de transporte de pasajeros y el limitado acceso a la información de normas, ha provocado siniestros que con el pasar del tiempo causan daños irreparables en los cables y accesorios, además de un gasto innecesario en el mantenimiento de las unidades. Por lo que es necesario la propuesta de un diseño del sistema de cableado eléctrico.

La presente tesis se propuso diseñar un sistema de cableado eléctrico y su ruteo para las carrocerías de unidades de transporte de pasajeros, considerando los siguientes puntos:

- Se realizó un muestreo de las instalaciones del sistema de cableado eléctrico en las carrocerías de autobuses de transporte de pasajeros.
- Se definió criterios de instalación del sistema de cableado eléctrico en carrocerías de autobuses de transporte de pasajeros.

- Se estableció procedimientos para la instalación de los sistemas de cableado eléctrico en las carrocerías de los autobuses de transporte de pasajeros.
- Se propuso un diseño estándar de un cableado eléctrico para carrocerías de autobuses de pasajeros.

La propuesta del diseño para el sistema de cableado eléctrico de la carrocería de autobuses de pasajeros, se desarrolló con base en las normas técnicas INEN, normas técnicas internacionales y en directrices para la fabricación de carrocerías a nivel internacional.

La propuesta podría ser utilizada por los fabricantes de carrocerías nacionales, lo cual beneficiaría a los propietarios de las unidades de transporte de pasajeros, mejorando la calidad de las carrocerías y contribuyendo a incrementar la seguridad de los pasajeros.

El proceso de investigación del presente trabajo se realizó en las instalaciones de Taller Eléctrico Chávez, el cual se encuentra ubicado al Sur del Distrito Metropolitano de Quito, en el Sector de la Ferroviaria Baja, Juan Cueva García S10-70 y Sibambe. Las actividades más importantes de trabajo son el Mantenimiento Preventivo y Correctivo del Sistema Eléctrico de Unidades de Transporte de Pasajeros.

El Taller Eléctrico Chávez, brinda sus servicios desde 1992, con actividades permanentes e ininterrumpidas, acompañadas siempre con las mejores técnicas en función del desarrollo e innovación de la tecnología de los diferentes Sistemas Eléctricos, lo cual se ha convertido en una fuente de ventaja competitiva.

Además, ofrece sus servicios a Cooperativas de Transporte Urbano e Interprovincial, por ejemplo COLECTRANS, VICTORIA, Transportes Ecuador, Panamericana, Trans. Esmeraldas, entre otros. En su progreso implementó alianzas estratégicas con importantes Empresas privadas e

Instituciones del Estado, como por ejemplo: DINA S. A., AUTEK S.A., Comando Conjunto de las F.F.A.A. entre otros.

Según el estatuto de creación de Taller Eléctrico Chávez (1995), su misión es:

“Ofrecer servicios de mantenimiento preventivo y correctivo del sistema eléctrico de las Unidades de Transporte de Pasajeros de nuestros clientes en un estado de operación eficiente y seguro, superando las expectativas, en el menor tiempo posible, considerando siempre como principal premisa que para nosotros usted y su vehículo es lo más importante”.

Según el estatuto de creación de la Visión del Taller Eléctrico Chávez (1995) es:

“Establecer un Modelo de Gestión óptimo, que nos permita ser la mejor opción, en el Mantenimiento Preventivo y Correctivo del Sistema Eléctrico de las Unidades de Transporte de Pasajeros en el país”.

Con la finalidad de cumplir lo propuesto por Taller Eléctrico Chávez, y con la ayuda de este trabajo. Se realizó una propuesta de diseño de un sistema de cableado eléctrico para la carrocería de unidades de transporte de pasajeros, con base en información de las normas INEN establecidas para la fabricación de carrocerías y manuales de los fabricantes de carrocerías extranjeras. Esta propuesta de diseño del sistema de cableado eléctrico, podría ser utilizada por los fabricantes de carrocerías nacionales, lo cual beneficiaría a los propietarios de las unidades de transporte de pasajeros, mejorando la calidad de las carrocerías y contribuyendo a incrementar la seguridad de los pasajeros.

2.- MARCO TEÓRICO

2.1. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL EN EL ENSAMBLAJE DE LAS CARROCERÍAS FABRICADAS EN ECUADOR

El sector automotriz tiene un rol importante dentro de la economía del país. El desarrollo del sector genera ingresos fiscales para el estado. La importación de materias primas origina ingresos vía aranceles e impuestos. Los procesos de producción crean importantes fuentes de empleo. Las actividades relacionadas al comercio de vehículos, chasis y autopartes son un importante rubro. La prestación de servicios mecánicos en los talleres de servicio postventa representan otro beneficio. El consumo de combustibles y lubricantes son así mismo otra importante fuente de ingresos, además de los servicios financieros y de seguros. (Instituto Nacional de Estadística y censos, 2009)

De acuerdo a la investigación de Fernando López (2013) la producción promedio de la industria metalmecánica dedicada al ensamblaje de vehículos automotores y fabricación de carrocerías y semirremolques tiene un aporte del 9% a la producción del País. A nivel nacional existen 287 empresas y micro empresas dedicadas a la construcción de carrocerías, en la figura 1 se puede observar la distribución porcentual de las empresas carroceras en el país. La mayor producción de esta actividad se concentra en la provincia de Tungurahua, siendo un eje primordial de la economía en esta región. Existen 80 empresas fabricantes de carrocerías, que representan el 64% de la producción a nivel nacional.

Existen 74 empresas calificadas para la producción de carrocerías para buses, basadas en el convenio con la Empresa Pública Metropolitana de Movilidad y Obras Públicas, de acuerdo a las Escuelas Politécnicas de Quito y Chimborazo en Ecuador. Estas empresas fabricantes cumplen con las normas ecuatorianas de fabricación. El INEN define las normas para el

desarrollo de las actividades de producción, basándose en el tipo de carrocería que se desee fabricar.

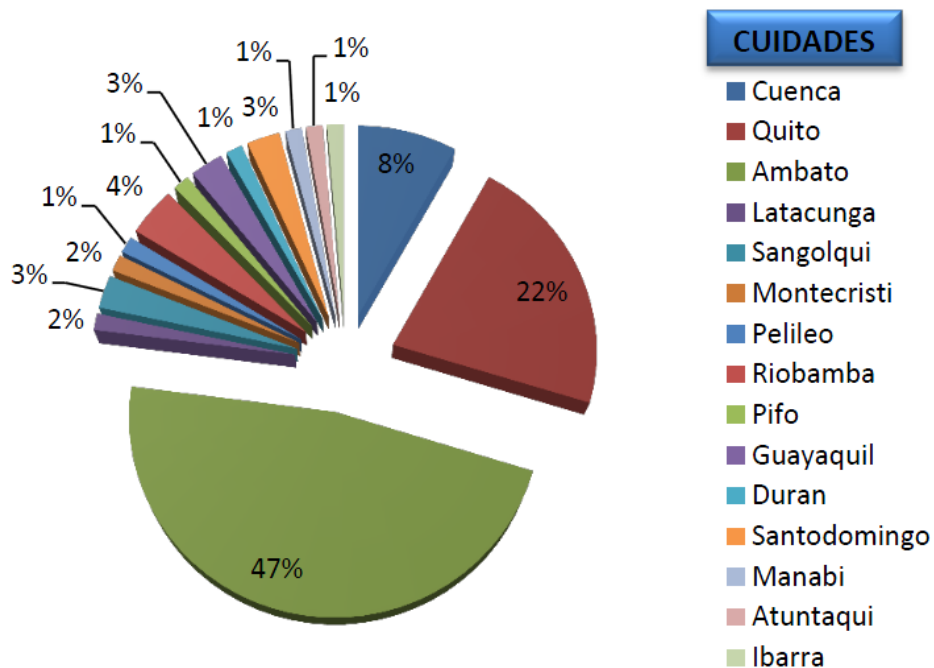


Figura 1. Empresas calificadas para la construcción de carrocerías por parte de las escuelas politécnicas con base del convenio con la EMMOP-Q

(López, 2013)

Para lograr mayor participación en el mercado las empresas carroceras de Tungurahua mantienen en capacitación permanente a sus trabajadores, con el objetivo de definir tiempos específicos de producción en cada uno de los procesos productivos permitiendo así, que no solo la tecnología avance, sino también que el personal actualice sus conocimientos y vaya a la par con las implementaciones tecnológicas que se realizan.

Gracias a la aplicación de normas, el mejoramiento de calidad, la capacitación constante a empleados y trabajadores administrativos, desde el año 2008, 23 empresas fabricantes de carrocerías de las provincias de Tungurahua, Chimborazo y Guayas, cumplen con la Certificación ISO 9001:2008; acreditada por la Escuela Politécnica Nacional de Quito y Chimborazo. Esto ha permitido estandarizar la fabricación,

reduciendo costos y mejorando la calidad del servicio. Sin embargo, hay aspectos en el diseño y la producción de la carrocería que no se tomaron en cuenta, como por ejemplo la eliminación de elementos de seguridad pasiva, que en un primer momento permiten reducir costos, en el mediano o largo plazo resultan en costos irreparables.

Gran parte de los fabricantes de carrocerías trabaja considerando los aspectos de la norma técnica ecuatoriana INEN 2664. Esta se enfoca en los requisitos y características que debe cumplir la infraestructura, las herramientas y equipos de trabajo, capacitación del talento humano, seguridad Industrial dentro de las áreas de trabajo, la gestión empresarial y los documentos legales que la empresa debe cumplir para su funcionamiento.

El Reglamento No 66 de la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa está enfocado a la homologación de buses de transporte de pasajeros. Con base en este Reglamento, la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1323 “establece los requisitos generales para el diseño, fabricación y montaje de carrocerías de buses para todas sus modalidades” (p. 1). Esta Norma adopta las definiciones establecidas en las NTE INEN ISO 3833 vigente, NTE INEN 1155 vigentes.

La norma contiene datos sobre el diseño de la carrocería entre los cuales se destaca las especificaciones técnicas del chasis, la estabilidad, el confort, el mantenimiento, método de anclaje y montaje (directrices de carrozado), seguridad activa y pasiva, y los materiales utilizados.

Con el avance tecnológico y la aplicación de las normas para fabricación de carrocerías para buses en el país, la industria carrocera ha cambiado los procesos, mejorando el diseño de la estructura, para ofrecer mayor seguridad, ergonomía y calidad, tanto al pasajero como a su propietario; y a la vez se mejora la forma aerodinámica para optimizar el rendimiento de combustible y la apariencia estética de los buses.

El mejoramiento de la calidad no solo depende de la aplicación de normas. Es importante la actualización de los conocimientos técnicos, aunque esta es una tarea difícil en el campo automotriz. Esto se debe principalmente a la limitada información y al método de aprendizaje que se realiza en forma empírica, a través de la experiencia laboral. En el país son limitados los lugares para la capacitación de los técnicos fabricantes de carrocerías, y por otro lado existe apatía por parte de los técnicos para recibir capacitación. Sin embargo existen procesos de capacitación y entrenamiento que se desarrollan internamente en las empresas, enfocándose en normas técnicas INEN que son muy generales.

Existen empresas clandestinas, no calificadas, que realizan diseños de acuerdo a las necesidades, gustos y peticiones del cliente. Esto se corrobora con:

(...)El análisis realizado a 200 buses interprovinciales de Quito, Guayaquil, Ambato, Santo Domingo de los Tsáchilas y Cuenca, detectó que seis de cada diez unidades son camiones transformados artesanalmente en buses. Además, se reveló que de sesenta y cinco compañías que en Ambato hacen este tipo de trabajo, cuarenta no cumplen con la normas y que las veinte y cinco restantes lo hacen a medias. (...) (DiarioEiComercio, 2010).

Existen otras normas inen que son incumplidas por las empresas fabricantes de carrocerías, según el estudio realizado por el periodista Abad en el que se reveló que:

(...)Siete de cada diez buses interprovinciales no tienen vidrios adecuados. Las Norma INEN dicen que los cristales deben ser forrados con láminas, para impedir que al romperse se vuelvan cuchillas. (...) (DiarioEiComercio, 2010)

Existen empresas de carrocerías que incumplen con los requisitos mínimos establecidos por las normas INEN. Además, en estas empresas, no se puede asegurar que la fabricación de una carrocería cumpla con la calidad necesaria, debido a que las normas INEN no consideran todos los sistemas,

para que trabajen de una forma integral. El cableado eléctrico es uno de los sistemas, que no es mencionado completamente en las normas de fabricación de carrocerías. Este sistema es parte fundamental en la seguridad activa y pasiva de una unidad de transporte. No existe un estudio formal del estado, modo de fabricación y montaje de este sistema.

2.2. PROCESOS DE FABRICACIÓN DE CARROCERÍAS

2.2.1. DETALLE DEL PROCESO COMÚN DE PRODUCCIÓN PARA LA FABRICACIÓN DE CARROCERÍAS DE BUSES DE TRANSPORTE DE PASAJEROS EN NUESTRO PAÍS

De acuerdo a información recopilada de algunas empresas que fabrican diversos tipos de carrocerías para buses de transporte de pasajeros de tipo interprovincial, urbano (bus-tipo), escolares, turismo y especiales que son fabricados en una sola línea de producción, en la figura número 2 se define el siguiente Flujograma del proceso general de fabricación de carrocerías para buses de transporte de pasajeros.

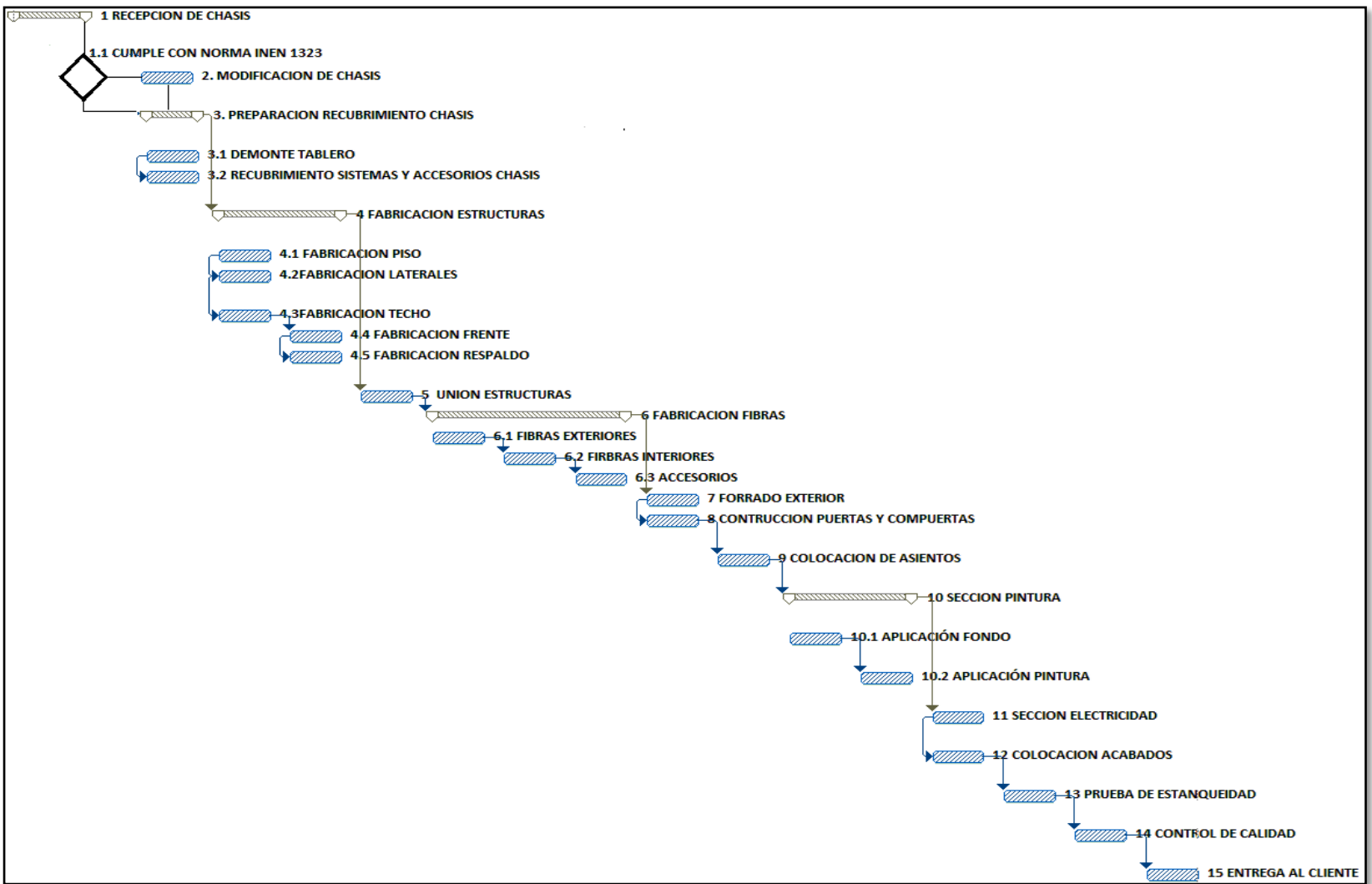


Figura 2. Flujiograma del proceso general de fabricación de carrocería para buses

2.2.1.1. Definición de los procesos de fabricación

De acuerdo a varias empresas de fabricación de carrocerías para unidades de transporte de pasajeros se tiene los siguiente lineamientos para la fabricación de las estructuras: (véase, por ejemplo Jaque & Morales 2012; construccion de un bus, 2012)

Diseño de la estructura.- En las empresas carroceras de mayor trayectoria existe un departamento de diseño, en la cual se realiza el estudio de las medidas y el análisis de la orden de trabajo para la elaboración de los planos que se entregan a las diferentes secciones de producción. Es el primer paso para iniciar con el montaje. La figura 3 muestra el diseño de la estructura base en software.

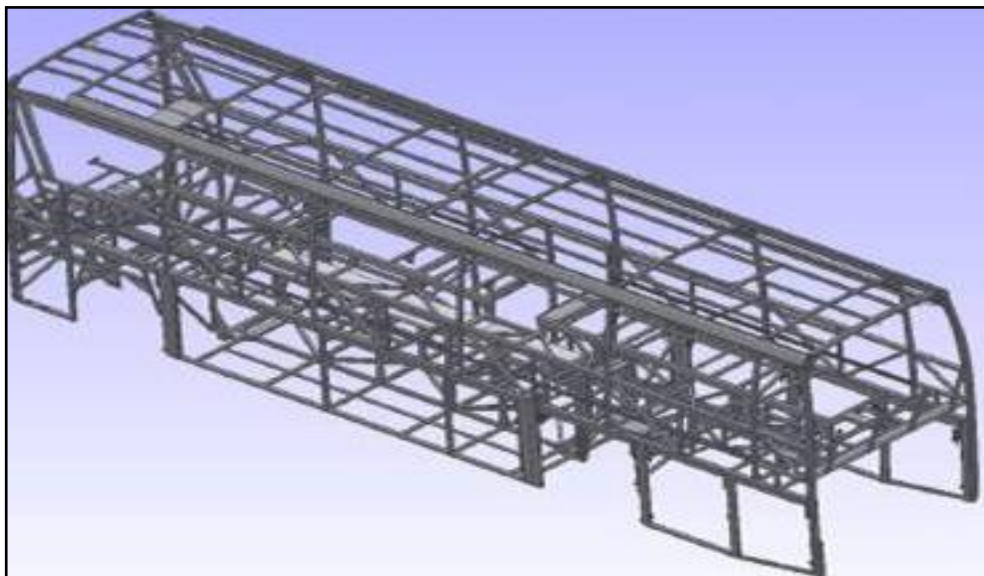


Figura 3. Estructura base

(Pronto computer solutions, 2013)

Preparación de materiales.- El trabajo de fabricación de una carrocería empieza antes del ensamblaje de las partes, con la preparación de los mismos para garantizar la aplicación de las normas, la resistencia y la integridad de la carrocería. Los partes que formaran la estructura son

moldeados en perfiles con geometrías en U, Z o L, dependiendo las necesidades de las diferentes secciones. Además para prolongar de la vida útil de los materiales metálicos es necesario efectuar, el proceso de desengrase, fosfatizado y fondeado con anticorrosivo.

Recepción del chasis.- El fabricante de carrocería recibe el chasis, y verifica si es específicamente para uso en el transporte de pasajeros, de lo contrario el chasis debería ser rechazado, lo cual en algunas carroceras no se cumple y se modifica el chasis dejándolo listo para la fabricación la carrocería. En la figura 4 se muestra el ingreso del chasis a la fábrica de carrocerías.



Figura 4. Chasis de bus

(16 valvulas, 2013)

Preparación y recubrimiento del chasis.- Luego de que el chasis es ingresado a la planta de producción, se desmonta el tablero de instrumentos y se protegen los cables del sistema eléctrico, el volante, la palanca de cambio, las cañerías de aire y fluidos, con fundas de corosil, para evitar que rebabas y escorias de la soldadura los dañen. Después el chasis es nivelado, para que la carrocería tenga posición horizontal con respecto a la superficie. La figura 5 muestra el recubrimiento de las partes sensibles del chasis con fundas de corosil.



Figura 5. Recubrimiento del chasis

(VOLKSWAGEN, DIRECTRICES SOBRE CARROZADO- CHASIS
VOLKSBUS OMNIBUS, 2009)

Sección fabricación de estructuras.- Aquí se construyen las siguientes partes que conformaran la estructura base:

- Piso
- Laterales LH/LD
- Techo

Adicionalmente se construyen las estructuras que darán forma y soporte a las piezas de forrado de la carrocería:

- Frente.
- Respaldo.
- Arrastre.
- Cajuelas.
- Gradass.
- porta llanta

- Bóvedas de rueda

Unión de la estructura. - Fabricadas las piezas principales del armazón, estas son alineadas y soldadas al chasis, en los sitios diseñados por el fabricante del chasis para soportar el peso y los esfuerzos al que va estar sometida la carrocería, conformando así la estructura base.



Figura 6. Unión de la Estructura

(Construcción de un bus, 2012)

Terminada la unión de las partes de la estructura base, se colocan las estructuras adicionales. Que darán la forma definitiva de la carrocería del bus. Todos los materiales y perfiles principales de toda la estructura son rematados, para cumplir con las normas de fabricación de carrocerías, ya que esta actividad asegura la resistencia para soportar los esfuerzos de tensión y dar seguridad a pasajeros.

Sección Fibra de Vidrio.- En este proceso se fabrican utilizando moldes y resinas; para dar forma, los siguientes revestimientos:

- Frontal
- Posterior

- Moldura de la cabina (concha)
- Guardachoques
- Mascarilla frontal
- Tapas laterales internas LH/LD
- Baño
- Recubrimientos de los asientos
- Accesorios adicionales que dan estética al bus.

Forrado exterior.- La estructura de la carrocería es transportada a la sección de forrado, donde con planchas de acero galvanizado aluzinc con dimensiones y forma específica se forran las siguientes partes de la carrocería:

- Techo exterior
- Tapas laterales exteriores LH/LD
- Adaptación de tubo de escape, depurador y guardalodos.



Figura 7. Forrado de la estructura
(Construcción de un bus, 2012)

Sección puertas y compuertas.- En esta sección se construyen las estructuras y los forros de las puertas y compuertas, a estos se los preparan y se las deja listos para su posterior montaje. Adicionalmente se colocan los:

- Parantes
- Estructuras de fijación
- Mecanismos de accionamiento de puertas y compuertas en la carrocería

Sección división y tapa de motor (tortuga).- Para realizar la división y colocación de la tapa del motor se construye el piso del sitio del chofer, se adapta todo el sistema del volante, palanca de cambios, asiento del conductor, de acuerdo a la marca del chasis. Posteriormente se fabrican las bases de lata y la tapa del motor, y se la monta en el sitio correspondiente.

La División de la Cabina se instala en carrocerías de buses interprovinciales adicionalmente se construye las bases y tapas de la pantalla de video. Finalmente se realiza la adaptación del tablero utilizando materiales flexibles.

Sección guardabarros y forro de cajuelas (bodegas).- El diseño del guardabarros utilizado difiere de acuerdo al modelo y tamaño de la carrocería. Luego de colocar los refuerzos para los forros, se coloca sikaflex o el pegamento que sirve como adherente y sellante para unir las planchas de aluminio con las superficies metálicas de la estructura que deben ser unidas, y aquí también se construye:

- La bodega baterías,
- La bodega de herramientas
- El seguro de la rueda de emergencia
- Pasa ruedas.



Figura 8. Forro de cajuelas
(Construcción de un bus, 2012)

Sección cabina.- En esta sección se acoplan los elementos y materiales ya fabricados en secciones anteriores.

- Entablado del piso.
- Adaptaciones de las consolas.
- Tapizado de la cabina antes de colocar la tapicería se coloca el tendido eléctrico.
- Adaptación del tarjetero etc.

Sección forrado interior.- Los materiales para forrar los laterales interiores dependen del tipo de servicio al que vaya a ser destinado el bus. En caso de ser carrocería para bus Interprovincial se forra con planchas de fibra de vidrio y corosil, y si es carrocería para bus urbano se utiliza planchas en acero inoxidable, estas son remachadas y pegadas a la estructura.

Antes de colocar el forrado del respaldo interior y del techo interior se realiza el tendido del cableado eléctrico, de igual manera dependiendo del

tipo de servicios después se forra el respaldo interior y los costados del techo con fibras o con aluzinc, luego se tapiza, mientras que en el medio se coloca fibra de vidrio.



Figura 9. Forrado interior
(Construcción de un bus, 2012)

Sección colocación asientos y canastillas.- En este proceso se prepara el piso y se tapiza con vinil. Posteriormente se instalan los asientos de los pasajeros, chofer y azafata. Luego se colocan los accesorios como extintores, expulsores de aire, manillas y basureros.

En el caso de las carrocerías de transportes interprovinciales, las canastillas son transportadas a la carrocería para su debida colocación. En el caso de las carrocerías de transportes urbanos, se colocan las protecciones del chofer, corrales y pasamanos con sus debidos timbres.

Sección pintura.- Aquí se prepara la carrocería, protegiendo las partes que no van a ser pintadas, con forros de papel y adhesivos. Luego se masilla,

pule posteriormente se ingresa la unidad a la cámara de pintura donde se realiza el proceso de fondeado, por último se aplica la pintura.



Figura 10. Preparación de la Carrocería
(Construcción de un bus, 2012)

Sección electricidad.- Los dispositivos eléctricos son ensamblados y colocados antes y durante el acople del tablero. Luego se realizan las conexiones eléctricas para controlar todo el sistema de iluminación:

- **Interior:** Luces de salón, luz de cabina, gradas y bodegas.
- **Exterior:** Cucuyas, luces exteriores del faldón, direccionales, neblineros.
- **Accesorios:** Sistema de audio, video, desempañador, limpiaparabrisas, etc.



Figura 11. Instalaciones Eléctricas

(Construcción de un bus, 2012)

Sección colocación acabados.- Después de haber terminado el trabajo de pintura, el bus es transportado a la sección de acabados donde se instalan y colocan los accesorios internos y externos en toda la carrocería, en este punto se acoplan:

- Instalaciones Neumáticas
- Ventanas
- Accesorios eléctricos
- Accesorios mecánicos
- Parabrisas
- Accesorios de seguridad.



Figura 12. Instalación de acabados

(Construcción de un bus, 2012)

Prueba de estanqueidad.- Para finalizar se realiza una prueba bajo lluvia artificial durante varias horas para verificar la impermeabilidad de la carrocería. Y se realiza la limpieza general del bus tanto interna como externa.

Control de calidad y revisión final.- El departamento de diseño y producción se encarga de verificar fallas en todos los elementos, como pintura, acabado superficial, impermeabilidad, funcionamiento del sistema eléctrico en general, sistema neumático de puertas, seguros de compuertas, mascarilla, y otros accesorios del bus. Por último se realiza la prueba de ruta donde se verifica la estabilidad de la unidad de transporte, garantizando así la calidad del producto. En la figura 13 se muestra la comprobación de los accesorios de la nueva carrocería.

Entrega del bus al cliente.- Después de revisar que la nueva unidad de transporte cumpla con las normas de seguridad y normas de calidad

establecidas por el fabricante de la carrocería, finalmente es entregado al cliente.



Figura 13. Control de Calidad
(Construcción de un bus, 2012)

2.3. SISTEMAS ELÉCTRICOS DE UNA UNIDAD DE TRASPORTE DE PASAJEROS

Dentro de un vehículo de transporte de pasajeros se encuentra dos sistemas eléctricos independientes con un sistema de alimentación en común. Como se ha podido observar en la figura 4, el chasis para bus tiene su propia instalación eléctrica original con diseño de fábrica, la cual consta de equipos y arneses de cables para los accesorios y elementos vitales del chasis. El segundo sistema de cableado eléctrico es el que alimenta a los accesorios de confort y seguridad de la carrocería, como ya se mencionó, este es alimentado por la batería y por el sistema de carga del chasis. Este segundo sistema debe ser diseñado y elaborado por el fabricante de la carrocería.

2.3.1. EQUIPOS ELÉCTRICOS DEL CHASIS

Es importante tener en cuenta, el detalle técnico de la capacidad máxima de tensión e intensidad eléctrica con la cual está implementado el chasis de bus o microbús, para no sobrecargarla.

2.3.1.1. Fuentes de alimentación de corriente

Una fuente de alimentación es el elemento capaz de empujar a los electrones mediante una fuerza que surge por la diferencia de potencial existente entre sus bornes. Dentro de un vehículo con motor de combustión interna se encuentran dos fuentes principales de alimentación una batería que funciona como acumulador y fuente a la vez, y un generador o alternador que por movimiento mecánico rotativo del motor, genera y envía corriente para abastecer las demandas del sistema.

Baterías.- Son dispositivos electroquímicos que transforman energía química en energía eléctrica, la batería tiene la misión de recoger y almacenar la energía eléctrica que produce un generador, para suministrarla a los diferentes órganos que la necesiten en un momento determinado. Además de ser un acumulador sirve como protección ya que la batería también absorbe los picos de voltaje del sistema eléctrico del vehículo para que ellos no dañen los componentes electrónicos sensibles. En la figura 14 se puede observar una batería que comúnmente se utiliza en un bus de pasajeros.

En la actualidad los buses de pasajeros y ciertas unidades de microbuses están provistos de un sistema eléctrico de 24 voltios de corriente continua con 2 baterías de 12 voltios y aproximadamente 200 amperios por hora al conectarlas en serie.

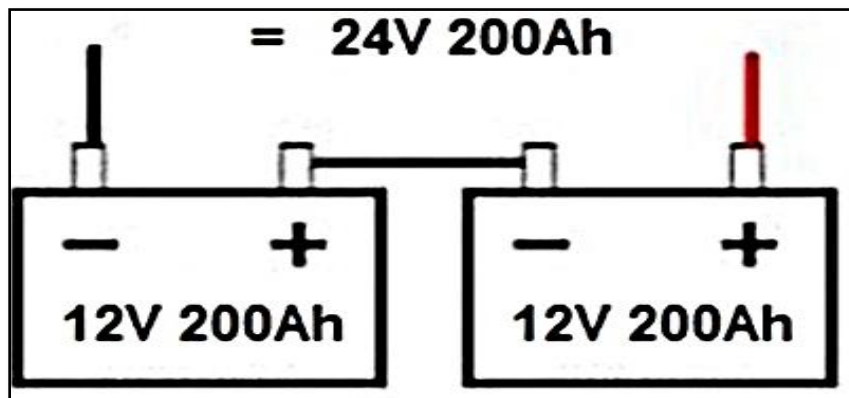


Figura 14. Conexión de batería en serie
(Dorf Richard - Svoda James, 2008)

Los microbuses que circulan en el país están provistos por 2 baterías de 12 Voltios a 75 amperios por hora, conectadas en paralelo, como se muestra en la figura 15. En los sistemas de 12 voltios la configuración de las baterías depende de la cantidad de accesorios eléctricos que disponga el vehículo.

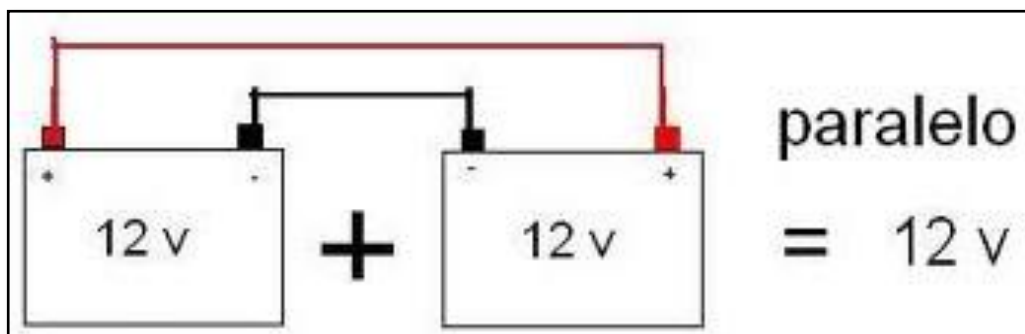


Figura 15. Conexión baterías en paralelo
(Dorf Richard - Svoda James, 2008)

Alternador.- El alternador es un dispositivo que a través del movimiento de un motor externo, transforma energía mecánica rotativa en energía eléctrica. Por lo cual, cuando el motor del vehículo funciona en alta velocidad de rotación (500 rpm aprox.) suministra energía eléctrica al sistema del vehículo y mantiene la carga de la batería. (Características técnica ver anexo 1).

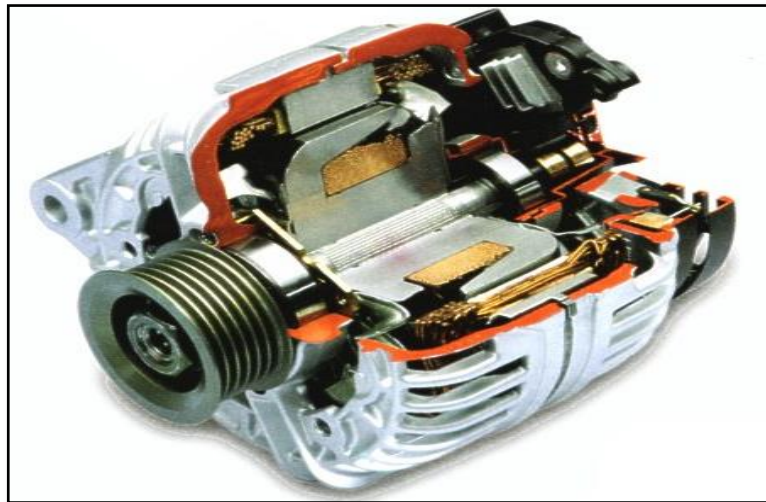


Figura 16. Alternador

(Para estudiantes y profesionales de la automoción, 2013)

Alternador de aire acondicionado.- Debido a la cantidad de accesorios, y equipos de los que dispone el sistema de aire acondicionado es necesaria la instalación de un alternador adicional, el cual es controlado mediante una señal proveniente del panel de regulación de temperatura colocado en el tablero lo más próximo al conductor. En la figura 17 se puede observar un alternado adicional para alimentación del sistema de aire acondicionado de 24V / 100A.

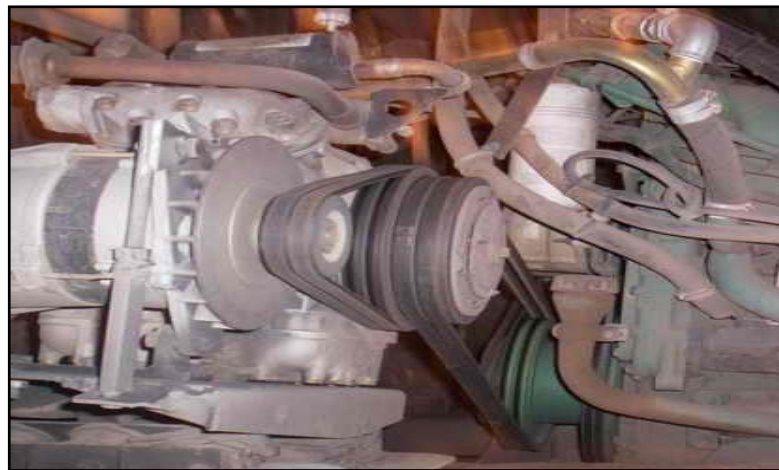


Figura 17. Alternador aire acondicionado
(Tets de manejo y funcionamiento, 2005)

2.3.2. ELEMENTOS ELÉCTRICOS DE LA CARROCERIA

2.3.2.1. Materiales utilizados en la fabricación del sistema de cableado eléctrico de la carrocería

Para la construcción de un sistema de cableado eléctrico es importante tomar en cuenta la cantidad de cargas, la capacidad de tensión y de corriente máxima que soporta el sistema eléctrico del chasis. De aquí parte la cantidad de accesorios y materiales que se van a utilizar. Además se utiliza los requerimientos mínimos iluminación que establecen las normas INEN 1155.

Tablero de control o caja de fusibles.- Es el dispositivo encargado de distribuir y controlar la tensión de voltaje a cada uno de los accesorios eléctricos de la carrocería. Dentro de este tablero se encuentran elementos de protección como fusibles, relés electromagnéticos, diodos de protección, fusibles de potencia, e infinidad de conexiones para los sensores, actuadores y accesorios eléctricos de la carrocería. En la figura 18 se puede observar una caja de control de la carrocería Marcopolo Paradiso 1200.

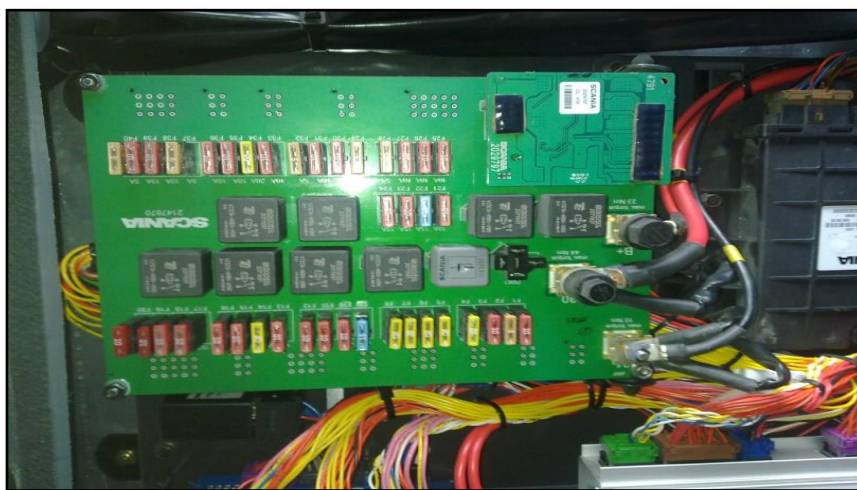


Figura 18. Tablero de control scania 360 (Marcopolo Paradiso 1200)
(Taller Eléctrico Chávez, 2014)

En un bus de transporte de pasajeros, se puede encontrar dos o más tableros de control auxiliares del sistema eléctrico de la carrocería. En el

mercado comercial ecuatoriano las cajas de fusibles se las encuentra listas para montar y conectar a los accesorios, en la figura19 se muestra la caja de fusibles comercial existente en el mercado. (Características técnicas ver anexo 2).

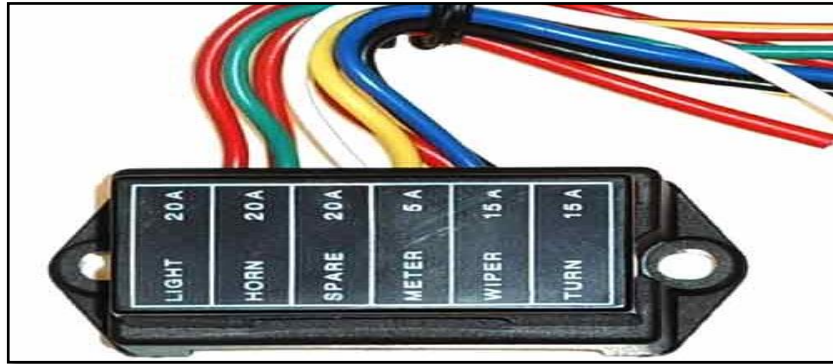


Figura 19. Caja de fusibles comercial
(DELATSA, 2014)

Conectores y terminales.- Son elementos que facilitan la conexión y desconexión de los arneses del sistema de cableado eléctrico. En la figura 20 se aprecia la conexión del arnés de cables por medio de un sócalo.



Figura 20. Sócalo o conector
(Taller Eléctrico Chávez, 2014)

Para realizar la unión y empalme de los cables existen infinidad de terminales de conexión y los más utilizados en los sistemas de cableado eléctrico automotriz son los siguientes:

(...) **Terminales pre-aislados tipo pin.**- Se utilizan específicamente para el conexasión en bornes y regletas en tableros, tomacorrientes y otros accesorios, donde existen limitaciones de espacio para introducir el cable. En la figura 21 se puede observar el terminal tipo pin.



Figura 21. Terminal tipo pin

(3M, 2010)

Uniones tubulares pre-aislados.- Son usados para hacer uniones o empalmes en cables de baja tensión. En la figura 22 se indica el terminal tubular par unión.

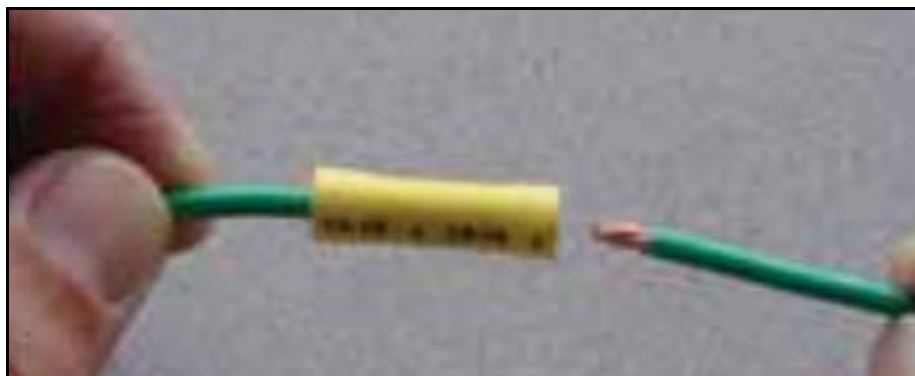


Figura 22. Terminal tubular

(3M, 2010)

Terminales de ojo pre-aislados.- Sirven para alimentar eléctricamente distintos accesorios, se utilizan para el ensamblaje y el mantenimiento de sistemas eléctricos. En la figura 23 se tiene un ejemplo del termina de ojo.



Figura 23. Terminal de ojo (terminal redondo)

(3M, 2010)

Terminales de horquilla pre-aisladas.- Sirven para alimentar eléctricamente distintos accesorios. Su instalación y desinstalación es sencilla, se utilizan para el ensamblaje y el mantenimiento de sistemas eléctricos. En la figura 24 se puede observar los terminales de horquilla.



Figura 24. Terminal horquilla

(3M, 2010)

Terminales para enchufar totalmente aisladas.- son usados para hacer empalmes de cable con una instalación y desconexión sencilla. En la figura 25 se presente un par de terminales para enchufar totalmente aislados.



Figura 25. Terminal para enchufa aislado (terminal riel hembra y macho)
(3M, 2010)

Terminales para enchufar pre-aisladas.- Se los usa para hacer empalmes de cable con una instalación y desconexión sencilla. En la figura 26 se puede observar los terminales para enchufar o de riel pre aislados.



Figura 26. Terminal para enchufar (terminal riel hembra y macho)
(3M, 2010)

Terminal tubular de cobre estañado.- Se utilizan específicamente para empalmar cables de cobre de distinto calibre (...). (3M, 2010). En la figura 27 se puede observar los diversos terminales tubulares para realizar uniones o empalmes entre dos o más cables.



Figura 27. Terminal cobre estañado
(3M, 2010)

Cables.- Tirado (2009) señala que cable de corriente es “ el conductor eléctrico cuya alma conductora está formada por una serie de hilos conductores o alambres de baja sección, que le otorga una gran flexibilidad, con una capa protectora de material aislante”.

Un conductor está compuesto por materiales cuya resistencia al paso de la electricidad es muy baja. Los mejores conductores eléctricos son metales, como el cobre, el oro, el hierro y el aluminio, y sus aleaciones. Estos permiten fácilmente un desplazamiento de carga eléctrica.

De acuerdo a INMESUR (2014) quien es fabricante de cables y cordones para la implementación en conexiones automotrices, los conductores de cobre electrolítico blandos, flexibles, para uso en instrumentos de control y actuación automotriz deben ser diseñados para soportar vibraciones, ataque de combustibles y lubricantes. No deben propagar la llama y deben ser resistentes a la abrasión y dobleces. (Características técnicas ver anexo 3)



Figura 28. Cable automotriz
(INMESUR, 2014)

Protecciones para cables.- Para garantizar la integridad de los cables es necesario la utilización de elementos que los recubran y protejan de filos cortantes y del medio al que van a estar sometidos dentro de la carrocería, los elementos protectores que se muestra en la figura 29 como mangueras corrugadas, mangueras de caucho, cauchos pasantes, cintas aislantes, abrazaderas metalizas y abrazaderas plásticas, se consiguen comúnmente en el mercado nacional. (Características técnicas ver anexo 4)

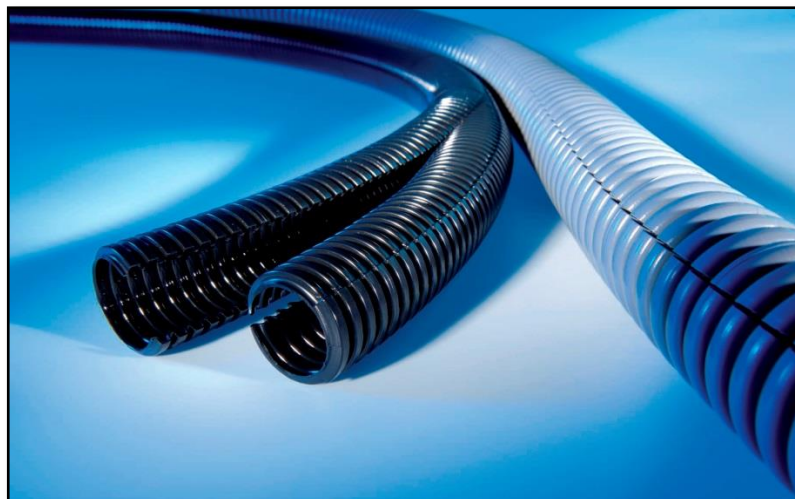


Figura 29. Mangueras de protección
(Direct industry, 2014)

2.3.3. ACCESORIOS ELÉCTRICOS DE BUSES

De acuerdo a la norma técnica ecuatoriana (INEN, 11 55, 2009) (en adelante sera norma 1155) los buses de transporte de pasajeros llevan los siguientes accesorio.

2.3.3.1. Accesorios eléctricos interiores

Luz de cabina.- Es aquella luz que se ubica en la parte delantera de la carrocería, para iluminar el área del chofer y del copiloto. Junto con esta se pueden adicionar lámparas adicionales para iluminar el puesto del chofer y del copiloto independientemente.

Luces de salón.- Son aquellas luces instaladas dentro en la parte superior o techo de la carrocería como se muestra en la figura 30, para la iluminación del área de pasajeros dependiendo el diseño y servicio de la carrocería lleva de 5 a 6 fuentes de iluminación o lámparas. Estas luces son controlas desde la cabina por el conductor.



Figura 30. Luces de salón

(Busologod, 2012)

Luces de gradas.- Son aquellas luces instaladas en la contrahuella para la iluminación del graderío. Son controladas por el conductor o por la apertura cierre de las puertas de acceso.

Luces de pasillo.- Son aquellas luces que se colocan en la parte inferior de los asientos para iluminar el pasillo, controladas por desde la cabina por el conductor o controlador.

Luces de lectura.- Se encuentran ubicadas en la parte superior de cada asiento de pasajero, son controladas independiente a las luces de salón con un mando principal en la cabina y mandos secundarios individuales en para cada pajoro. En la figura 31 se puede observar un módulo de luces de lectura para carrocería de bus interprovincial



Figura 31. Luces de lectura
(Taller Eléctrico Chávez, 2014)

Luces de número de asientos.- Se las ubica sobre cada fila de asientos, uno a cada lado, igual forma son controladas por desde la cabina del conductor. En la figura 32 se puede observar los números de asientos



Figura 32. Luces de números de asientos
(Test de manejo y funcionamiento, 2006)

Luz de baño.- Esta opción es para los buses de transporte de pasajeros interprovinciales, dentro de este se debe incluir un extractor de olores.

Luces de rótulos.- Son aquellas que indican el recorrido o trayecto que el bus cumple, y dependiendo del tipo de carrocería puede costar hasta con dos sistemas de luces de rótulos, uno superior y uno inferior.

Sistema de audio.- El sistema básico de audio de un vehículo de transporte de pasajeros consta de un dispositivo de reproducción de audio de 12 voltios y máximo 6 altavoces dentro de todo el habitáculo. En el mercado existen sistemas de audio a 24 voltios o varios sistemas reguladores de voltaje para evitar conexiones inadecuadas

Sistema de video.- Generalmente el sistema de video de un bus consta de un reproductor de DVD y una pantalla dentro del habitáculo, la cual de la misma forma de la anterior no consta con instalaciones de calidad para brindar seguridad y una buena definición de video.

Desempañador de parabrisas delantero.- Constan de un motor con una hélice en forma de jaula de ardilla, para aumentar el flujo de aire. Comúnmente los ubica en la parte interior del tablero.

Aire acondicionado.- El aire acondicionado del autobús es un aspecto adicional el cual no variaría el diseño de la instalación del sistema eléctrico que se quiere proyectar, el cableado para el sistema eléctrico de aire acondicionado sería un arnés independiente y opcional, tal como se los tiene en los vehículos automotores pequeños con un sistema plug and play. La diferencia de este sistema se enfocaría en la adición de un alternado especial que abastezca el funcionamiento del aire acondicionado más los aireadores.

2.3.3.2. Accesorios eléctricos externos

Limpia parabrisas o pluma derecha.- El limpia parabrisas principal o del lado del conductor viene por defecto controlado desde los mandos principales o palancas de mandos de accesorios, en la fabricación de la carrocería se diseña la ubicación y los mecanismos que los van a accionar. Para el lado derecho es independiente del mando o palanca de accesorios, este limpia parabrisas es controlado por un dispositivo adicional ubicado con el sistema de iluminación de la carrocería.

Luz de volumen o cocuyo.- Son aquellas luces instaladas cerca de los bordes exteriores del vehículo destinadas a indicar claramente el volumen de éste.

Luz antiniebla posterior.- Son luces opcionales utilizadas para hacer el vehículo más visible por detrás en caso de niebla densa. Nevada, tormenta o nube de polvo.

Luz de bodegas.- Son aquellas lámparas que se ubican en los habitáculos de equipajes, herramientas habitáculo porta rueda de emergencia etc.

2.4. NORMAS APLICADAS EN LA FABRICACIÓN DE CARROCERÍAS

Las definiciones referentes al sistema de cableado eléctrico que se aplicaron en la construcción de carrocerías para buses de transporte de pasajeros, fue la recopilación y adaptación al campo automotriz de distintas Normas, Directrices de Carrozado y los Reglamentos Internacionales, que garantizan la calidad de funcionamiento y comportamiento del producto terminado en condiciones extremas.

2.4.1. NORMAS NACIONALES

Los lineamientos y directrices para la homologación de los nuevos modelos de carrocerías y chasis para buses de transporte de pasajeros, se encuentran regidos por tres normas principales que establecen los requisitos mínimos para la fabricación de las carrocerías y garantizar la máxima seguridad, y confort de los ocupantes, además del cuidado que se debe tener con el medio ambiente.

2.4.1.1. NTE INEN 1323 vehículos automotores. Carrocerías de buses Requisitos

El objetivo de la norma (INEN, 1323, 2009), (en adelante será norma 1323) establece los requisitos generales para el diseño, fabricación y montaje de carrocería, y es aplicada a todas las carrocerías de buses, sean importadas o de construcción nacional. La norma 1323 incluye a las carrocerías que son parte de los chasis carrozados importados y carrocerías autoportantes.

Disposiciones Generales

Para la construcción de la estructura la norma 1323 menciona que todos materiales metálicos y no metálicos, cumplan con las normas técnicas vigentes, así mismo el proceso de fabricación debe cumplir con los

requerimientos de seguridad en las uniones y juntas para que mantengan la geometría y la resistencia estructural.

En el diseño de las carrocerías se debe considerar el tipo de servicio que esta va a brindar, para realizar los cálculos necesarios para mantener los parámetros de seguridad del bus dentro de lo que es funcionamiento y desempeño mecánico de la toda estructura, así mismo mantener los parámetros de seguridad y el confort del pasajero.

Todos los sistemas mecánicos y eléctricos del chasis y de la carrocería, deben tener acceso fácil y rápido para realizar los mantenimientos preventivos y correctivos necesarios.

Requisitos

Los requisitos que la norma 1323 establece son los parámetros necesarios para realizar los planos y diseños de los diferentes sistemas para el montaje de la estructura de la carrocería, los cuales parten de los análisis y cálculos de las cargas que van a actuar sobre la dicha estructura y sus subtemas incluyendo al chasis, los mismos que deben soportar los esfuerzos a los que sean sometidos en condiciones extremas. Entre las normas que las estructuras de carrocerías deberá cumplir de acuerdo a la norma INEN 1323 se tienen las siguientes condiciones:

(...)Durante un ensayo de resistencia, las estructuras deben soportar una carga estática sobre el techo equivalente al cincuenta por ciento del peso máximo admisible para el chasis distribuido uniformemente a lo largo del mismo. Para que el espacio de supervivencia no resulte invadido, la estructura debe soportar los esfuerzos sin experimentar deformaciones que superen los setenta milímetros en ningún punto.

Las uniones entre el chasis y la carrocería se realizarán siguiendo exclusivamente las recomendaciones del fabricante del chasis para bus de transporte de pasajeros, indicadas en su manual de fabricación y montaje de carrocerías de buses.

Todo fabricante de carrocerías debe disponer y aplicar la información indicada en los manuales de fabricación y montaje de carrocerías provistos por el fabricante de chasis. Para ello el fabricante de chasis deben entregar obligatoriamente dichos manuales específicos para cada modelo de chasis.

El proveedor de carrocerías debe disponer de memorias de cálculo estructural, listado de materiales, planos de construcción dimensional, eléctricos, y neumáticos; para cada modelo de carrocería y chasis (...) (INEN, 1 323, 2009, p. 7).

Otros Requisitos

En este apartado se detallan características de cómo se debe instalar los elementos que componen las carrocerías de buses para asegurar la integridad de los pasajeros. Para el fin de este trabajo se tomó en cuenta las normas esenciales que fueron adaptadas para su aplicación en la instalación de los cableados y equipos eléctricos de las carrocerías de buses de pasajeros. De acuerdo a los estándares de equipos e instalaciones eléctricas de la norma INEN 1323, los cables eléctricos deben cumplir con lo siguiente requerimientos:

(...) Todos los cables deben estar bien aislados y todos los cables y material eléctrico deben resistir las condiciones de temperatura y humedad a las que están expuestas. En cuanto al compartimiento del motor, se prestará especial atención a su resistencia a la temperatura ambiente y a los efectos de todos los posibles productos contaminantes.

Ninguno de los cables utilizados en los circuitos eléctricos debe transmitir una corriente de intensidad superior a la admisible para el cable en cuestión. Habida cuenta de su forma de montaje y de la temperatura ambiente máxima.

Cada circuito eléctrico que alimente un elemento del sistema distinto del motor de arranque, el circuito de encendido, bujías de incandescencia, el dispositivo de parada del motor, el circuito de carga y la conexión a tierra de

la batería, deben estar provisto de un fusible o de un disyuntor. No obstante, podrán ir protegidos por un fusible o un disyuntor comunes, siempre que su potencia nominal no sobrepase los 16 A.

Todos los cables deben ir bien protegidos y firmemente fijados, de manera que no puedan ser dañados por cortes, abrasiones o roces.

Cuando la tensión eficaz supere los 100 voltios en uno o más de los circuitos eléctricos de un vehículo, se conectará un conmutador manual de aislamiento, capaz de desconectar dichos circuitos de la alimentación eléctrica principal, a todos los polos que no vayan conectados eléctricamente a tierra, situándolo en el interior del vehículo de modo que el conductor pueda acceder fácilmente a él, todo ello, siempre que dicho conmutador de aislamiento no pueda desconectar ninguno de los circuitos eléctricos que alimentan las luces exteriores obligatorias del vehículo. No obstante esto no será aplicable cuando se trate de circuitos de encendido de alta tensión o de circuitos autónomos incorporados a un elemento de equipo en el vehículo.

Todos los cables eléctricos deben estar colocados de tal forma que ninguna parte de los mismos pueda entrar en contacto con ningún tubo de carga de combustible ni con ninguna parte del sistema de escape, ni pueda estar sometida a calor excesivo, a menos que vayan provistos de aislamiento y protección especial, por ejemplo en el caso de una válvula de escape solenoide.

Las baterías deben estar sólidamente fijadas y fácilmente accesibles, en un compartimento de separado del habitáculo y con ventilación por aire del exterior. Los polos de la batería irán provistos de protección contra el riesgo de cortocircuito (...) (INEN, 1 323, 2009, p. 9).

Dentro de las normas INEN 1323 existen varios lineamientos que son de importancia para la construcción de las carrocerías de buses de pasajeros en el aspecto mecánico, pero por motivos referentes al tema desarrollado no fueron incluidos en este documento.

2.4.1.2. NTE INEN 1155: 2009. Vehículos automotores. Dispositivos para mantener o mejorar la visibilidad

La norma INEN 1155 para el mejoramiento de la visibilidad señala que:

(...) Los dispositivos mínimos de alumbrado, espejos retrovisores y señalización luminosa que deben tener incorporados los vehículos automotores, para garantizar la máxima visibilidad del conductor, y para que la presencia y movimientos del vehículo sean fácilmente advertidos por parte de los peatones y otros conductores que circulan en el área. Se aplica a los vehículos automotores clasificados a toda clase de vehículos que circulen por las vías públicas (...) (INEN, 11 55, 2009, p. 1).

Disposiciones generales

De acuerdo a la norma INEN 1155 los dispositivos de alumbrado y de señalización luminosa:

(...) Estarán instalados de tal modo que, en condiciones normales de utilización, y a pesar de vibraciones a las que pudieran estar sometidos, se asegure su buen funcionamiento.

Las luces altas y bajas deben estar instaladas de forma que sea posible ajustar correctamente su orientación. Las luces podrán ser agrupadas, combinadas o recíprocamente incorporadas, a condición de que cada una de ellas cumpla todos los requisitos referentes a color, posición, alineación, visibilidad geométrica, conexiones eléctricas y otros requisitos, si los hubiera.

Sólo serán intermitentes las luces indicadoras de dirección y las de estacionamiento o emergencia. No se permite el uso de luces estroboscópicas en vehículos particulares, excepto en vehículos de emergencia autorizados por la autoridad competente (...) (INEN, 11 55, 2009, p. 3).

Requisitos

De acuerdo a los requisitos de la norma INEN 1155 “Todo vehículo automotor, comprendido en el alcance de esta norma, debe tener incorporado los siguientes dispositivos de alumbrado y de señalización luminosa para que mantengan o mejoren la visibilidad del conductor y del automotor”. (INEN, 11 55, 2009, p.3)

Faros delanteros: Luces bajas y altas

(...) **Faros delanteros.-** Pueden ser dobles, con dos focos independientes, o con un único foco dual que por conmutación activa la luz alta o baja. El faro delantero debe disponer de un dispositivo de reglaje que permita su regulación. La cantidad de faros delanteros para vehículos de 4 o más ruedas es de dos luces de cada tipo. Y deben estar ubicadas en la parte frontal del vehículo, una de cada tipo por lado y a una altura suficiente para poder proyectar el haz lumínico especificado.

Luces indicadoras delanteras.- Son las luces de Posición, emergencia, direccionales y volumen. La Intensidad luminosa de cada una de ellas debe ser menor a la luminosidad de los faros delanteros, de luz alta y luz baja. La cantidad de mínima de luces indicadoras es de una por cada lado del vehículo en la parte delantera y posterior, la ubicación de las luces debe regirse de acuerdo a la norma.

Luces indicadoras posteriores.- Además de las luces de posición, luces de emergencia, direccionales y de volumen incorporan la luz de reversa, luz de freno y luz de la placa de matrícula. Las cuales deben encenderse de modo independiente a cada acción realizada y simultáneamente sin interferencia, con los colores especificados, la cantidad necesaria, y la ubicación requerida en esta norma

Luces indicadoras laterales.- De acuerdo a la norma son las luces de Posición, emergencia y direccionales, las cuales deben estar provistas de focos de intensidad luminosa menor o igual a la de las luces indicadoras

delanteros. Estas luces indicadoras son obligatorias para vehículos cuya longitud sea mayor o igual a los 6 000 mm, excepto para chasis cabinados. (Ver anexo 5)

Luces adicionales.- Que pueden o no incorporar en los diseños de las carrocerías, son la Luz antiniebla delantera y posterior, las mismas que deben funcionar únicamente previo al encendido de las luces de posición o luces guías, El número máximo de luces antiniebla es dos delanteras y una o dos posteriores, la posición, los colores y la intensidad de las de las luces antiniebla están regidos a los requerimientos de la norma vigente.

Desempañador y limpiaparabrisas.- Todo vehículo automotor debe tener incorporado un sistema limpia y lava parabrisas y un sistema desempañador frontal.

Iluminación interior.- Para el caso de vehículos de transporte de pasajeros deben disponer el número suficiente de lámparas que garanticen una adecuada iluminación interior; además, deben disponer de lámparas de iluminación en las áreas de acceso de entrada y salida de los pasajeros (...) (INEN, 11 55, 2009, pp. 4 - 10).

2.4.1.3. NTE INEN 2205: 2009. Vehículos automotores. Bus urbano.

Requisitos

La norma (INEN, 2205, 2010) (en adelante norma 2205), “establece los requisitos que debe cumplir el bus urbano, de tal manera que proporcione un adecuado nivel de seguridad y comodidad al usuario” (p. 1), además las características que el motor de combustión interna de un bus debe tener. La norma INEN 2205 “se aplica para los vehículos diseñados y equipados para transporte público urbano” (p. 1).

Requisitos específicos

Especificaciones del motor.- Las especificaciones del motor que establece la norma INEN 2205, buscan tanto la seguridad de los pasajeros como también el bienestar del medio ambiente, a partir de la aplicación del reglamento técnico ecuatoriano RTE INEN 017 vigente, norma española UNE 26 358, numeral 6 de la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 204 vigente, NTE INEN 2 207 vigente.

Especificaciones del chasis.- De acuerdo con la norma INEN 2205, el chasis a ser utilizado para un bus urbano debe tener la certificación del fabricante, en la cual señale que el diseño es original para transporte de pasajeros, el chasis no debe tener modificaciones, aditamentos o extensiones a su diseño original no autorizadas por el fabricante, al ser necesaria la modificación cada fabricante emite los manuales de modificaciones del chasis que contienen guías y recomendaciones para los cambios apropiados.

La norma específica la altura que puede tener un chasis para el ascenso y descenso del pasajero y la cantidad máxima de peldaños y la altura máxima que estos deben tener. Dentro de esta norma se establece las características mínimas que deben tener los sistemas del chasis para circular dentro del país.

Especificaciones de la carrocería.- Los materiales utilizados en la construcción de la carrocería deben cumplir con las normas técnicas ecuatorianas vigentes, de acuerdo al numeral 5.1.2.3 de la norma INEN 2205. Las partes que componen la carrocería deben presentar una fijación sólida entre sí a través de soldadura, remaches o tornillos, de tal forma de evitar ruidos y vibraciones, además de garantizar la resistencia suficiente para soportar la concentración de carga y todo tipo de esfuerzo al que puedan estar sometidos.

Los Detalles exteriores.- según la norma INEN 2205 son parámetros que deben cumplir con las normas INEN 1155, establecidos para el sistema de iluminación y mejoramiento de la visibilidad del vehículo.

Los Detalles interiores.- De acuerdo a la norma INEN 2205 son parámetros establecidos para brindar mayor confort y bienestar entre los pasajeros, además de ofrecer protección durante su viaje al subir y baja del bus.

Sistema eléctrico.- Los requisitos para la implementación del cableado eléctrico para las carrocerías de buses se establecen en la Norma INEN 1323. Adicionalmente en la norma INEN 2205 de buses urbanos se establecen otros requisitos:

(...)Se debe garantizar que todos los componentes en cualquier circuito estén diseñados para el voltaje con el cual van a trabajar, y considerar que el fusible o su equivalente son los elementos que menos intensidad debe resistir dentro del circuito.

Debe haber, por lo menos, dos circuitos de alumbrado interior de manera que el fallo de uno no afecte al funcionamiento del otro. Puede considerarse como uno de estos circuitos, el circuito independiente que suministra energía al alumbrado permanente de la entrada y la salida.

La instalación eléctrica de la carrocería debe atender las indicaciones del fabricante del chasis. Cada circuito eléctrico que alimente un elemento o equipo debe incluir un fusible o un sistema de protección independiente.

Todos los cables deben ser protegidos y deben ser asegurados en una posición tal que no sufran daños por cortaduras, abrasión o desgaste. Al finalizar el proceso de carrocería debe conservarse la condición anterior.

Todo cable eléctrico que pase por un orificio debe tener fijación que impida su movimiento y el orificio debe tener la protección adecuada para impedir que el cable no sufra daños por cortaduras o desgaste (...) (INEN, 2205, 2010, p. 15 - 16).

Elementos de seguridad y control.- Los elementos de seguridad que se deben implementar en la fabricación de la carrocería son estrictamente guiados para salvaguardar la integridad del pasajero en el transcurso de su viaje. Según la norma INEN 2205 el bus debe contar con:

(...)Los diferentes compartimientos de pasajeros y bodegas deben ser diseñados de tal forma que se eviten salientes o cualquier tipo de protuberancias, que pudieran producir accidentes o lesiones a los ocupantes, los recubrimientos deben aislar, acústica y térmicamente, con materiales de características de baja combustibilidad, retardadores de llama e impermeable a combustibles y lubricantes (...) (INEN, 11 55, 2009, p 16).

2.4.1.4. Reglamento Técnico Ecuatoriano INEN 038. Bus Urbano

Los requisitos establecidos para este reglamento son obtenidos de las normas INEN 1155, normas INEN 1323 y de la norma INEN 2205. A partir de la adaptación de estas normas el reglamento técnico (INEN, 038, 2010):

(..)Este reglamento técnico ecuatoriano establece los requisitos que deben cumplir los buses y minibuses urbanos de transporte de pasajeros con la finalidad de proteger la vida y la seguridad de las personas, el ambiente y propiedad, y prevenir prácticas engañosas que puedan inducir a error a los fabricantes o usuarios de vehículos para el transporte urbano (...) (p. 1)

2.4.1.5. RTE INEN 041. Vehículos de transporte escolar

Los requisitos establecidos por este reglamento son obtenidos de las normas técnicas INEN 1155, norma técnica INEN 1323 y la norma INEN 2205. A partir de la adaptación de estas normas el reglamento técnico (INEN, 041, 2011) establece lo siguiente:

(...)Los requisitos que deben cumplir los vehículos para el transporte escolar de pasajeros con la finalidad de proteger la vida y la seguridad de las

personas, el ambiente y la propiedad, y prevenir prácticas engañosas que puedan inducir a error a los fabricantes o usuarios (...) (p. 1)

Cada una de las normas presentadas, orienta sus esfuerzos y estudios a mejorar la calidad en los métodos de fabricación de las estructuras, en los materiales utilizados que cumplan con los requerimientos básicos de seguridad y lo más importante la seguridad de los ocupantes en casos extremos además del confort y el bienestar dentro de su viaje, pero en cierto punto se descuidó un aspecto muy importante dentro de la carrocería, que pasa oculto y desapercibido para los ocupantes que es el cableado eléctrico.

2.4.1.6. RTE INEN 043 Bus Intraprovincial e Interprovincial

El reglamento técnico ecuatoriano INEN 043 está basado en los requisitos establecidos en las norma INEN 1323, norma INEN 1155 y norma INEN 2205 de modo que el reglamento técnico ecuatoriano (INEN, 043, 2010) establece “los requisitos que deben cumplir los buses interprovinciales e interprovinciales de transporte masivo de pasajeros con la finalidad de proteger la vida y la seguridad de las personas, el ambiente y la propiedad” (p. 1)

2.4.2. NORMAS INTERNACIONALES

Para que los chasis fabricados a nivel de sur américa reciban el “certificado de Homologación” deben cumplir con los requisitos mínimos de seguridad y emisión de gases contaminante, para completar con el proceso de homologación del vehículo, es necesario que además cumplan con las condiciones mínimas en la construcción, ensamblaje y resistencia estructural de la carrocería frente al vuelco, condiciones resistentes frente a impactos frontales y del laterales, además las carrocerías son sometidas a controles y ensayos para demostrar que cumplen con todos los requisitos establecidos por los reglamentos utilizados de USA, de la Unión Europea, Canadá etc.

2.4.2.1. Norma Americana USA

Las normativas vigentes en los Estados Unidos denominadas FMVSS (Federal Motor Vehicle Safety Standards, citado en Universidad Técnica nacional de Argentina, 2007) también son aplicadas a la construcción y ensamblaje de carrocerías a nivel de sur américa:

(...) **FMVSS 205 Cristales.-** Especifica requerimientos a cumplir por los materiales utilizados para la construcción de ventanillas y parabrisas en todo tipo de vehículo, inclusive buses.

FMVSS 207 Asiento.- Establece los requerimientos para asientos, su anclaje e instalación con el fin de minimizar la posibilidad de fallas debido a las fuerzas que actúan, como resultado de un impacto. Se aplica en todo tipo de vehículo, inclusive buses.

FMVSS 208 Sistemas de retención de ocupantes en impacto fronta.- Su propósito es reducir la cantidad de muertes y la severidad de las heridas sufridas por los ocupantes, en función de las fuerzas y aceleraciones medidas sobre muñecos antropométricos (dummies) en ensayos de impacto frontal. En buses solo es aplicable al conductor.

FMVSS 209 Cinturones de seguridad.- Establece requerimientos para el montaje de cinturones de seguridad y de todos los elementos involucrados, características, medidas ensayos a realizar. Se aplica en todo tipo de vehículo, inclusive buses.

FMVSS 210 Anclaje de cinturones de seguridad.- Establece requerimientos para el montaje de los anclajes de los cinturones de seguridad. Se aplica en todo tipo de vehículo, inclusive buses.

FMVSS 217 Ventanillas, retención y salidas de emergencia.- Establece requerimientos en cuanto a la construcción, ubicación, dimensiones, materiales, indicaciones de uso e identificaciones de parabrisas, ventanillas y salidas de emergencia.

FMVSS 302 Inflamabilidad de los materiales utilizados en el interior.-

Establece la velocidad de propagación de llama. Existen otras normas que son específicas para los buses que transportan escolares (...) (UNIVERSIDAD TECNICA NACIONAL DE ARGENTINA, 2007, pp. 25-26).

2.4.2.2. Norma Canadiense

Las normas de seguridad vigentes en Canadá para la protección de los ocupantes de buses se denominan CVMSS (Canadian Motor Vehicle Safety Standards), y tienen las denominaciones y contenidos exactamente iguales a los normas de Estados Unidos.

(...) Parámetros para la construcción de ventanillas y parabrisas en todo tipo de vehículo, inclusive buses.

CMVSS 207 Anclaje de asientos.- Establece los requerimientos para asientos, su anclaje e instalación con el fin de minimizar la posibilidad de fallas debido a las fuerzas que actúan, como resultado de un impacto. Se aplica en todo tipo de vehículo, inclusive buses.

CMVSS 208 Sistemas de retención de ocupantes en impacto frontal, solo para conductor.- Su propósito es reducir la cantidad de muertes y la severidad de las heridas sufridas por los ocupantes, en función de las fuerzas y aceleraciones medidas sobre muñecos antropométricos (dummies) en ensayos de impacto frontal. En buses solo es aplicable al conductor.

CMVSS 209 Cinturones de seguridad.- Establece requerimientos para el montaje de cinturones de seguridad y de todos los elementos involucrados, características, medidas ensayos a realizar. Se aplica en todo tipo de vehículo, inclusive buses.

CMVSS 210 Anclaje de cinturones de seguridad.- Establece requerimientos para el montaje de los anclajes de los cinturones de seguridad. Se aplica en todo tipo de vehículo, inclusive buses.

CMVSS 217 Ventanillas, retención y salidas de emergencia.- Establece requerimientos en cuanto a la construcción, ubicación, dimensiones, materiales, indicaciones de uso e identificaciones de parabrisas, ventanillas y salidas de emergencia.

CMVSS 302 Inflamabilidad de materiales interiores.- Establece la velocidad de propagación de llama (...) (UNIVERSIDAD TECNICA NACIONAL DE ARGENTINA, 2007, pp.27-28).

Entre las normas señaladas, ninguna hace énfasis en el estudio del sistema de cableado eléctrico de las carrocerías de buses de pasajeros. En los países de Sudamérica, las normas, mencionan pautas muy básicas, con limitadas explicaciones técnicas, planos o diagramas.

2.4.2.3. Norma Europea

Las normativas y reglamentos europeos son los más aplicados en la construcción de carrocerías, debido a que especifican de una forma más detallada los requisitos técnicos de seguridad y de confort que deben cumplir los vehículos de motor y las estructuras que los componen con la finalidad de garantizar el bienestar de los ocupantes. Entre los reglamentos y normativas más mencionados se tienen:

(...) **Directiva 2002/85/CE.-** establece que los vehículos de transporte deben tener instalados utilización de dispositivos limitadores de velocidad a 100km/h

Reglamento N° 66 Resistencia estructural de los vehículos frente al vuelco.- Establece Prescripciones técnicas uniformes relativas a la homologación de vehículos de grandes dimensiones para el transporte de pasajeros por lo que respecta a la resistencia de su superestructura.

Reglamento N° 80 Resistencia de los asientos y sus anclajes.- Establece: procedimientos de prueba dinámica para asientos y sus anclajes, prueba alternativa para anclaje de asientos. Determina criterios de lesiones.

Procedimiento para pruebas estáticas para la protección de ocupantes de buses, asientos y sus anclajes.

Reglamento N° 107 Vehículos de transporte ómnibus de las categorías M2 y M3.- Define las Disposiciones uniformes relativas a la homologación de vehículos de transporte de pasajeros en lo que respecta a sus características generales de construcción y el comportamiento de la estructura frente a un vuelco.

Reglamento N° 118 Inflamabilidad de los materiales.- Determina velocidades de propagación de llama en horizontal, vertical y encendido por goteo (...) (UNIVERSIDAD TECNICA NACIONAL DE ARGENTINA, 2007, pp. 29 - 30).

2.4.2.4. Directiva 2001/85/CE

La directiva 2001/85/CE en particular es el procedimiento de homologación y hace referencia a las disposiciones especiales aplicables a los vehículos utilizados para el transporte de pasajeros con más de ocho plazas, además del asiento del conductor, teniendo como finalidad principal garantizar la seguridad de los pasajeros, es conveniente destacar que esta directiva toma en consideración los requisitos técnicos de la Comisión Económica Europea de las Naciones Unidas en sus reglamentos N° 36 y el reglamento N° 52 que detallan las Prescripciones uniformes relativas a la homologación de los vehículos de transporte de personas en lo referente a sus características generales de construcción en el reglamento N° 66 detalla los mandatos uniformes relativos a la homologación de los vehículos de transporte de personas en lo referente a la resistencia de su superestructura y el reglamento N° 107 que detalla las Prescripciones uniformes relativas a la aprobación de las disposiciones relativas a la construcción de vehículos de transporte de personas.

2.4.2.5. Reglamento N°107 (CEPE/ONU)

El reglamento N° 107 detalla las disposiciones uniformes referentes a la homologación de vehículos de transporte de pasajeros en lo que respecta a sus características generales de construcción. Específicamente los requisitos que deben cumplir todos los vehículos se encuentran en el anexo 3 del mismo reglamento, la forma de ubicar los cableados eléctricos están considerados dentro de la prevención del riesgo de incendio en el numeral 7.5.2 y 7.5.3 que a continuación se detallan:

Equipo y cableado eléctricos

(...)Todos los cables deberán estar bien aislados y todos los cables y el material eléctrico deberán resistir las condiciones de temperatura y humedad a las que estén expuestos. En el compartimento del motor, se prestará especial atención a su resistencia a la temperatura ambiente y a los efectos de todos los posibles productos contaminantes.

Ninguno de los cables utilizados en los circuitos eléctricos deberá transmitir una corriente de intensidad superior a la admisible para el cable en cuestión, habida cuenta de su forma de montaje y de la temperatura ambiente máxima.

Todos los circuitos eléctricos que alimenten elementos de equipo distintos del motor de arranque, el circuito de encendido (encendido por chispa), las bujías de incandescencia, el dispositivo de parada del motor, el circuito de carga y la conexión a tierra de la batería deberán ir provistos de un fusible o de un disyuntor. No obstante, podrán ir protegidos por un fusible o un disyuntor comunes, siempre que su potencia nominal no sobrepase los 16 A.

Todos los cables deberán ir bien protegidos y firmemente fijados, de manera que no puedan ser dañados por cortes, abrasiones o roces.

Cuando la tensión supere los 100 voltios en uno o más de los circuitos eléctricos de un vehículo, se conectará un conmutador manual de

aislamiento, capaz de desconectar dichos circuitos de la alimentación eléctrica principal, a todos los polos que no vayan conectados eléctricamente a tierra, situándolo en el interior del vehículo de modo que el conductor pueda acceder fácilmente a él, todo ello, siempre que dicho conmutador de aislamiento no pueda desconectar ninguno de los circuitos eléctricos que alimentan las luces exteriores obligatorias del vehículo. No obstante, esto no será aplicable cuando se trate de circuitos de encendido de alta tensión o de circuitos autónomos incorporados a un elemento de equipo en el vehículo.

Todos los cables eléctricos estarán colocados de tal forma que ninguna parte de los mismos pueda entrar en contacto con ningún tubo de carga de combustible ni con ninguna parte del sistema de escape, ni pueda estar sometida a calor excesivo, a menos que vayan provistos de aislamiento y protección especial, por ejemplo, en el caso de una válvula de escape de solenoide.

Baterías

Todas las baterías estarán sólidamente fijadas y se podrá acceder a ellas con facilidad.

El compartimento de la batería estará separado del compartimento de viajeros y del habitáculo del conductor, y estará ventilado por aire del exterior.

Los polos de la batería irán provistos de protección contra el riesgo de cortocircuito (...) (CEPE/ONU, 2006)

2.4.3. ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL FABRICANTE DEL CHASIS PARA EL CARROZADOR

2.4.3.1. Directrices de Volkswagen-Volksbus

Las directrices de carrozado contienen las recomendaciones para la preparación chasis, la fabricación, las formas y puntos de sujeción que tiene el chasis para soportar el peso y esfuerzos de la carrocería, a más de las posibles las posibles modificaciones que se pueden realizar en el chasis y sus sistemas. También existe información estricta de lo que se puede y no se puede hacer en el sistema de cableado eléctrico del chasis, consejos con respecto a la forma de manejar las unidades eléctricas y electrónicas del chasis y sugerencias de los lugares donde se puede montar las cajas de fusibles, y los puntos de tomas de corriente.

Por interés para el presente documento, se tomó solo las directrices de (VOLKSWAGEN, Diretrizes_ Espanhol_2008_cap12, 2009) que contiene los datos acerca de la forma de manipular el cableado eléctrico del chasis al momento de fabricar la carrocería.

(...) Equipamiento Eléctrico

En los chasis VOLKSBUS todas las conexiones eléctricas para la carrocería deben ser hechas, sólo y exclusivamente, en la central eléctrica del chasis, desarrollada de manera específica para cumplir esta finalidad. En la figura 33 tomada del manual de directrices de carrozado para chasis Volksbus se puede observar los diversos arneses de cables eléctricos del chasis.

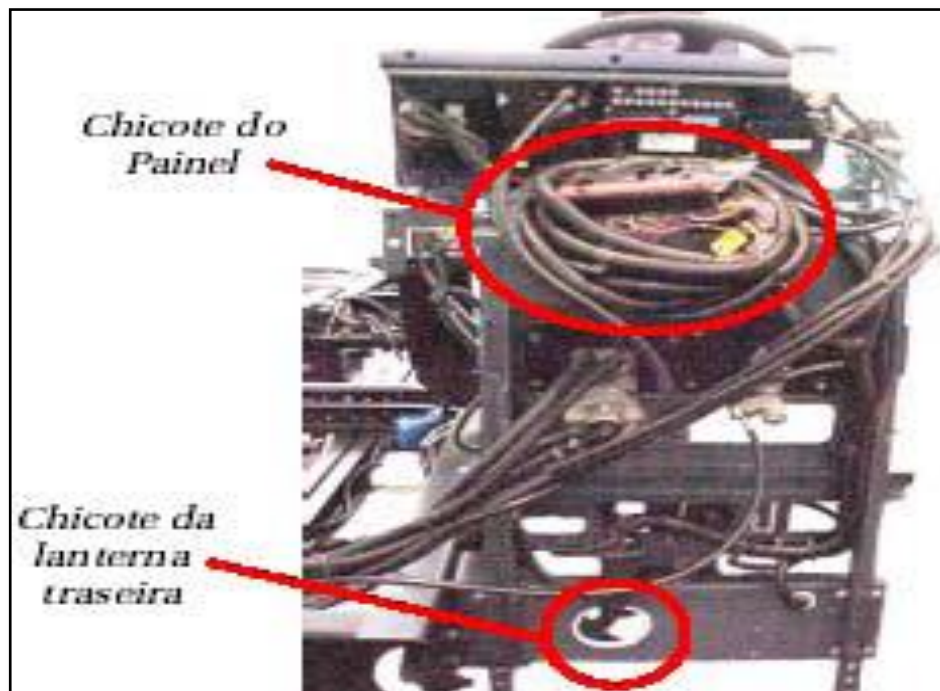


Figura 33. Cableado eléctrico del chasis VW 17-210
(VOLKSWAGEN, Diretrizes_ Espanhol_2008_cap9, 2009)

Se debe instalar una llave general en el cable negativo de la batería. Esta llave deberá tener calidad comprobada. Después de la instalación de la llave general la extremidad del cable negativo debe ser fijada en el larguero del chasis, en la ubicación original.

Importante: En ninguna circunstancia, los circuitos originales del chasis Volksbus pueden ser alterados o recibir derivaciones.

Los trayectos de los cables positivos y negativos deberán ser hechos de modo que no interfiera o que no tengan fricción con los componentes del chasis, evitando que queden cerca al sistema de escape y deben ser fijados de manera segura al cuadro del chasis.

Las baterías deben estar ubicadas lo más cerca posible del motor de arranque, en un lugar ventilado. Los diámetros de los cables deben ser dimensionados para las cargas eléctricas montadas al vehículo con sus respectivas longitudes. El cable de la batería no puede tener enmiendas, y debe estar lejos de otros cables eléctricos.

La ubicación de la central eléctrica puede ser alterada conforme la necesidad del carrozador, pero debe siempre permanecer dentro del ómnibus cerca del tablero frontal, protegida contra los agentes del medio ambiente y sin alguna enmienda o alteración en los cables o mazo de cables. En la figura 34 del mismo manual se puede observar la caja de fusibles ubicada en la parte superior del puesto del chofer.



Figura 34. Ubicación recomendada para la caja de fusibles
(VOLKSWAGEN, Diretrizes_ Espanhol_2008_cap9, 2009)

Todos los arneses de cables eléctricos de la carrocería deben tener: hilos con el diámetro apropiado a la intensidad de la corriente eléctrica; estar provistos de terminales, tener la ruta adecuada y sujeciones firmes que no les permitan moverse de su sitio y sufrir roces sobre aristas vivas.

También se debe tener cuidado que no pasen cerca o debajo de las líneas de combustible, a fin de impedir que haya un eventual derramamiento de combustible sobre ellos.

Todos los cableados que se añadan deben pasar por la galería central entre los largueros, junto a los mazos de cables originales.

El alumbrado trasero del ómnibus lleva incluido su cableado en el mazo de cables ya existente en el chasis.

Las baterías de los chasis deben ser instaladas en un compartimiento aireado, que impida la penetración de agua y de polvo y que facilite las comprobaciones, limpieza y conexión de terminales y el reemplazo de las baterías. En los microómnibus, su emplazamiento debe disminuir el largo del cable hasta el motor de arranque. En la figura 35 se puede observar el habitáculo de las baterías.



Figura 35. Bodega de baterías

(VOLKSWAGEN, Diretrizes_ Espanhol_2008_cap9, 2009)

La corriente eléctrica en amperios consumida por el vehículo después de recibir la carrocería, no debe sobrepasar la capacidad del alternador (...)
(VOLKSWAGEN, Diretrizes_ Espanhol_2008_cap9, 2009).

3.- MARCO METODOLÓGICO

En este capítulo se presenta la metodología que permitió desarrollar el presente Trabajo de Grado “Diseño del cableado eléctrico y su ruteo en las carrocerías para buses de transporte de pasajeros en el Ecuador”. Se muestran aspectos como el tipo de investigación, las técnicas y procedimientos que fueron utilizados para llevar a cabo la investigación.

3.1. NIVEL DE INVESTIGACIÓN

El estudio que se propone, se ubica dentro los lineamientos que obedecen a un diseño experimental, debido a que no existe manipulación directa o indirecta de las variables principales por parte del investigador.

Se considera una investigación de campo debido a que la información necesaria fue recolectada mediante el contacto directo en el lugar de trabajo, observando, analizando y consultando a los involucrados, de acuerdo con los problemas referidos, de la inadecuada instalación del sistema del cableado eléctrico en unidades de transporte de pasajeros y el limitado acceso a información de criterios técnicos de instalación, los mismos que provocaron daños irremediables en los cables y accesorios, además de un gasto innecesario en los mantenimientos de las unidades.

El proceso de la Investigación se basó en informaciones obtenidas directamente de la realidad, permitiéndole al investigador cerciorarse de las condiciones reales en que se consiguieron los datos.

En atención a esta modalidad de investigación, se definieron dos fases en el estudio, a fin de cumplir con los requisitos establecidos.

En la primera fase inicialmente se realizó un muestreo y análisis del estado de las instalaciones del sistema de cableado eléctrico, luego se definieron criterios de instalación del sistema de cableado eléctrico y al final se establecieron los procedimientos para la instalación de los sistemas de cableado eléctrico en las carrocerías de los unidades de transporte de pasajeros.

En la segunda fase del estudio, atendiendo a los resultados de la investigación, se propone la elaboración de un diseño estándar de un cableado eléctrico y su ruteo en las carrocerías para autobuses de transporte de pasajeros en el Ecuador.

3.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

El estudio propuesto se adecuó a los propósitos de la investigación no experimental. Es importante resaltar que no existen estudios anteriores de este tipo de investigación. Considerando esta modalidad de investigación se emplearon una serie de instrumentos y técnicas de recolección de información innovadoras.

En función de los objetivos definidos en el presente estudio, donde se planteó el “Diseño del cableado eléctrico y su ruteo en las carrocerías para autobuses de transporte de pasajeros en el Ecuador”.

Para ello hubo que cumplir con tres etapas, la primera está referida con la delimitación del objeto de estudio y la elaboración del marco teórico, la segunda etapa implicó la realización de la evaluación de los resultados y la tercera etapa correspondió al desarrollo de la propuesta de diseño.

Para el muestreo de las instalaciones del sistema de cableado eléctrico se utilizaron técnicas de investigación con estadística descriptiva. Luego de la revisión técnica de los resultados de la investigación se definieron criterios de instalación del sistema de cableado eléctrico. En la tercera parte, en función del estudio de la investigación anterior, se establecieron los procedimientos para la instalación de los sistemas de cableado eléctrico en las carrocerías de los autobuses de transporte de pasajeros. En la última parte del estudio se desarrolló diseño estándar de un cableado eléctrico para carrocerías de autobuses de pasajeros.

3.3. LOS INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Para el desarrollo de esta investigación fue necesario utilizar herramientas que permitieron recolectar la información suficiente y necesaria, con el fin de obtener un conocimiento más amplio de la realidad de la problemática.

Por la naturaleza del estudio se requirió la recopilación documental a través de fuentes de información secundarias, es decir el acopio de documentos, notas de prensa, referencias de internet, como antecedentes relacionados con la investigación. Además, para tal fin, también se consultaron documentos formales e informales, también se usó la observación directa a las unidades de transporte, lo cual complementa las evaluaciones que se utilizaron.

3.4. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE DATOS

Según el libro de metodologías de la investigación de Sampieri, Fernández y Baptista el análisis cualitativo se define como: “un método que busca obtener información de comunidades o situaciones en profundidad, asumiendo una postura reflexiva y evitando a toda costa no involucrar sus creencias o experiencia” (SAMPIERI, FERNANDEZ Y BAPTISTA, 2003).

Observación Directa: Se llevó a cabo gracias a la ayuda del Taller Eléctrico Chávez, lugar donde se realizó la observación y análisis de los sistemas de cableado eléctrico de varias unidades de transporte de pasajeros.

Revisión Documental: Se comparará la documentación existente y se analizarán los soportes emitidos. Se consultará bibliografía necesaria que respalde los conceptos básicos del sistema de información e integridad de la misma.

Entrevistas Personales: se realizarán entrevistas no estructuradas dirigidas al personal involucrado, es decir, a los agentes involucrados directamente, con la finalidad de obtener sus opiniones.

3.5. PROCEDIMIENTO PARA EL LOGRO DE LOS OBJETIVOS

Durante el desarrollo de la presente investigación se utilizara una metodología estructurada en tres etapas:

ETAPA I.- En esta etapa, primeramente se estableció la situación actual de la industria de ensamblaje de carrocerías fabricadas en Ecuador, evidenciando la desatinada utilización y aplicación de normas en la fabricación de las mismas, además de la limitada importancia que se le da a la elaboración del sistema de cableado eléctrico.

Estos resultados se corroboraron con la investigación de campo, donde se pudo obtener evidencias de los errores que cometen los fabricantes de la carrocería en la elaboración del cableado eléctrico.

ETAPA II.- En esta etapa se realizó la recopilación de la información física impresa, principalmente de fuentes secundarias, para llevar adelante el proceso de investigación.

Se analizaron las normas nacionales, normas internacionales, con referencia al sistema de cableado eléctrico y accesorios necesarios para el mejoramiento de la visibilidad del vehículo y del conductor del mismo.

Gracias a los convenios y contratos de Taller Eléctrico Chávez, también se pudo obtener documentos, con las directrices de carrozado emitidos por los fabricantes de chasises y manuales de usuarios de carrocerías a nivel internacional, principalmente de la industria brasilera.

En base a todos los documentos recopilados, se adaptaron las formas de organización y métodos de distribución del sistema de cableado eléctrico de

acuerdo a nuestra realidad, considerando las limitaciones de disponibilidad en el mercado local.

En esta fase se tuvo como resultado la definición de los criterios y descripción de los procedimientos para la instalación de los sistemas de cableado eléctrico en las carrocerías de los autobuses de transporte de pasajeros.

ETAPA III.- En esta etapa se planteó la propuesta de “Diseño del cableado eléctrico y su ruteo en las carrocerías para autobuses de transporte de pasajeros en el Ecuador”, tomando en cuenta las definiciones de los criterios y procedimientos recopiladas anteriormente.

Para completar esta etapa, fue necesario diseñar los circuitos independientes de cada uno de los accesorios de las distintos tipos de carrocería fabricados para el transporte de pasajeros, mediante la utilización del software electrónico de simulación Electroworkbench. En el diseño se establecieron los cálculos respectivos para determinar el consumo máximo de corriente.

Para proyectar la distribución y ruteo del sistema de cableado eléctrico se tomó en cuenta la organización del cableado, la distribución de los accesorios en las carrocerías y las longitudes aproximadas a las que se encuentran desde el punto de alimentación.

3.6. MUESTREO DE PROBLEMAS DEL SISTEMA DE CABLEADO ELÉCTRICO DE LAS CARROCERÍAS FABRICADAS EN ECUADOR

Para implementar el montaje de los sistemas de cableado eléctrico de las carrocerías, a nivel nacional cada fabricante utiliza diferentes métodos y secuencias para instalarlos, por lo que es difícil precisar si todas cumplen con un proceso de montaje estándar.

Se analizaron los sistemas de cableado eléctricos de 153 unidades de transporte de pasajeros de fabricación nacional, evidenciando los defectos de diseño, instalación y manipulación indebida en las instalaciones eléctricas. En las Órdenes de Trabajo de cada una de las unidades urbanas, interprovinciales, escolares y del estado; se registró la información del mantenimiento realizado en el Taller Eléctrico Chávez en el periodo de Enero a Marzo del 2014.

Con la información de las Órdenes de Trabajo (ver Anexo 6), se analizaron los problemas del sistema de cableado eléctrico de las unidades de transporte de pasajeros, considerando las Normas INEN y las directrices de carrozado, lo cual permitió establecer tres categorías de problemas del sistema de cableado eléctrico:

- Problemas Carrocerías tipo A. Recalentamiento por manipulación.
- Problemas Carrocerías tipo B. Ubicación de cajas de fusibles e interruptores.
- Problemas Carrocerías tipo C. Desorganización del cableado.

El análisis de los problemas del sistema de cableado eléctrico de las 153 unidades en las que se realizó mantenimiento, en el Taller Eléctrico Chávez, en el periodo indicado, se obtuvo los siguientes resultados que se muestran en la tabla 1:

Tabla 1. **Tabla de frecuencias.** (Taller Eléctrico Chávez, 2014)

TIPOS DE PROBLEMAS EN UNIDADES	CANTIDAD DE UNIDADES
PROBLEMA TIPO A	111
PROBLEMA TIPO B	87
PROBLEMA TIPO C	148

Los muestreos realizados a las instalaciones del sistema de cableado eléctrico a unidades de transporte de pasajeros, que realizan los mantenimientos eléctricos en el Taller Eléctrico Chávez; se encontró los siguientes resultados:

- De las 153 unidades de transporte de pasajeros revisadas, 111 tienen problemas tipo A, recalentamiento de las instalaciones eléctricas originales por manipulación, que representan el 73% del total de unidades.
- 87 unidades de transporte de pasajeros de las 153 revisadas unidades presentaron problemas tipo B, humedad en las cajas de fusibles e interruptores, lo que representa el 57% del total de unidades.
- Con problemas tipo C, desorganización del cableado y sin orden lógico a través de la estructura; se encontraron 148 unidades transporte de pasajeros que representa el 97% del total de unidades.

3.6.1. PROBLEMAS CARROCERÍAS TIPO A:

En esta categoría se ubicaron las carrocerías con defectos por manipulación indebida de conexiones y daños por sobrecargas a los elementos de control, de las unidades y cálculos erróneos en la sección de los cables.

La principal recomendación que los fabricantes de chasis proporciono fue de no modificar las instalaciones originales y mucho menos alterar las conexiones de la caja principal de fusibles. Lo cual no fue respetado por los fabricantes de carrocerías, y se realizaron modificaciones en los sistemas, adicionando cables y relés que en algunos casos fueron mal instalados y provocaron daños prematuros en el sistema eléctrico.

En la figura 36 se muestra un bus Volkswagen Volksbus 9-150, donde se modificó el sistema de luces, sin ningún criterio técnico, el cableado original de la caja de fusibles principal fue cortado, y se aumentó un conjunto de relés con los que se logró incrementar la potencia de las luces principales. La manipulación inadecuada de las conexiones dio como resultado el recalentamiento del cableado, con su consecuente deterioro del sistema de iluminación e incremento del riesgo de cortocircuito.

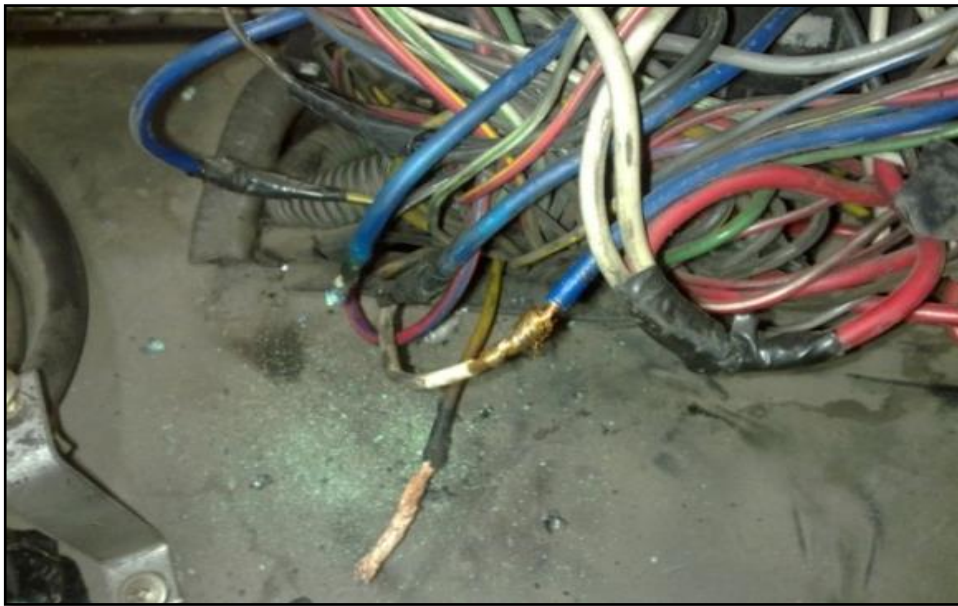


Figura 36. Modificación de cables
(Taller Eléctrico Chávez, 2014)

En las figuras 37 se muestra el mando principal de luces recalentado, de un Volksbus 17 210 en otra marca de carrocería. Este recalentamiento de igual forma fue provocado por la manipulación del cableado eléctrico de la caja principal de fusibles y mala instalación relés de protección para incrementar la potencia de las luces.



Figura 37. Cerebro de luces principales recalentado
(Taller Eléctrico Chávez, 2014)

En la figura 38 se puede observar el daño permanente provocado por recalentamiento, debido al consumo elevando de corriente, por la adaptación de luces de mayor vatiaje al recomendado por el fabricante.

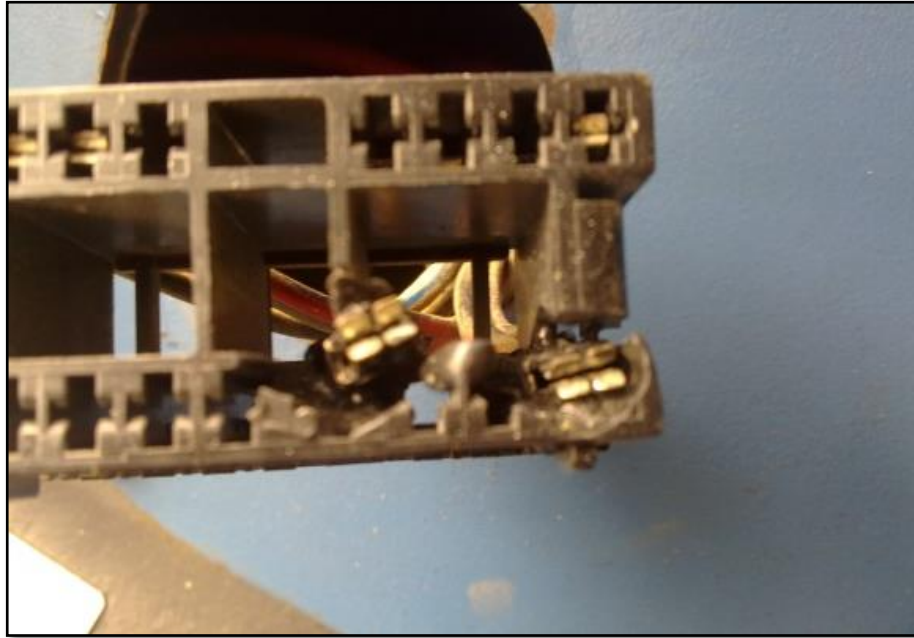


Figura 38. Recalentamiento de sólculo de cerebro de luces
(Taller Eléctrico Chávez, 2014)

Dentro de las conexiones de la carrocería del bus, este debe tener una caja de fusibles principal o del chasis y las cajas de fusibles secundarias o de la carrocería, estas deben estar en un número suficiente para satisfacer las necesidades de seguridad y protección de los accesorios, además de satisfacer las necesidades de consumo de corriente.

En la figura 39 se muestra otro tipo de caja de fusibles fabricada en placa impresa de baquelita, un diseño propio del fabricante de la carrocería, pero debido a la fragilidad de la pista de la baquelita no soportó el consumo de corriente de los accesorios, provocando que las sueldas de estaños de los porta fusibles se recalienten y posteriormente se desuelden, quedando como suelda fría, dejando de funcionar e inhabilitando ese sector de la placa.



Figura 39. Tablero de fusibles (Diseño propio de la empresa carrocera)
(Taller Eléctrico Chávez, 2014)

3.6.2. PROBLEMAS CARROCERIA TIPO B

Dentro de esta categoría se hallaron los errores y defectos por la ubicación inadecuada de las cajas de fusibles. A pesar que dentro de los manuales y directrices existe recomendaciones de los sitios en los que se pueden ubicar las cajas de fusibles, tanto para facilitar su acceso, como para garantizar la hermeticidad de los mismos y evitar daños por corrosión, estas recomendaciones tampoco fueron acogidas por los fabricantes.

En la figura 40 se indica una caja de fusibles de un bus interprovincial Mercedes Benz 1721 OF, este sistema funciona vía RED CAN con paneles digitales, pero la mala ubicación, la excesiva humedad a la que se encuentra sometidos muchos elementos eléctricos y electrónicos, además de los métodos de conexión anti técnicos, provocaron que deje de funcionar en su totalidad, el mal trato que recibió esta caja provocó que se genere sobrecargas en los circuitos integrados y memorias deshabilitándolos totalmente.



Figura 40. Caja de fusible electrónica

(Taller Eléctrico Chávez, 2014)

En una unidad de servicio escolar marca Volkswagen 9-150 la ubicación de la caja de fusibles no es lógica, como se puede observar en la figuras 41 no hay forma de revisar con facilidad. La caja de fusibles de los accesorios de la carrocería no es visible y es bastante incómoda para acceder y realizar un chequeo. Ya que fue colocada bajo el panel del tablero de instrumentos, de modo que para poder llegar a ella es necesario desmontar dicho panel, y aun así el técnico debe ubicarse en posiciones nada ergonómicas.



Figura 41. Ubicación no adecuada de la caja de fusibles

(Taller Eléctrico Chávez, 2014)

En la figura 42 se muestra desde otro ángulo la ubicación de las cajas de fusibles del chasis y de la carrocería, que se encuentran tapadas totalmente por la moldura del tablero echa en fibra de vidrio por el fabricante de la carrocería.



Figura 42. Ubicación no adecuada de la caja de fusibles
(Taller Eléctrico Chávez, 2014)

3.6.3. PROBLEMAS CARROCERÍA TIPO C

A esta categoría se designaron los problemas por ubicación inadecuada del cableado, desorganización del mismo y problemas en aislamientos.

Las directrices emitidas por los fabricantes del chasis recomiendan que las líneas de cables sean recubiertas y protegidas con cualquier tipo de aislante o recubrimiento para cables. Con ello se evita cortes, daños por rozamiento y estiramiento de los cables. Como en casos anteriores las recomendaciones no fueron acogidas, dejando al descubierto las instalaciones. Con el tiempo y el uso, las instalaciones se deterioraron y llegaron a provocar daños en los sistemas eléctricos. Como se muestra en la figura 43, en una unidad urbana marca Hino AK, los cables de los accesorios

y de los módulos electrónicos se encuentran descubiertos, remendados y aislados en ciertos puntos con cinta aislante (taipe) y no existe organización del cableado.



Figura 43. Conexiones modificadas en hino AK
(Taller Eléctrico Chávez, 2014)

En otra carrocería de un bus Volkswagen 17210 las conexiones exteriores no siguen un orden lógico tal como muestra la figura 44, y se encontraron dispersos por toda la bodega posterior.



Figura 44. Desorden en conexiones
(Taller Eléctrico Chávez, 2014)

En la en la figura 45, se muestra que en las instalaciones no se utilizaron terminales o uniones apropiadas, lo que puede generar corrientes parasitas en los circuitos. Esto disminuye la vida útil de los accesorios



Figura 45. Conexión a tierra inadecuada
(Taller Eléctrico Chávez, 2014)

De acuerdo a las normas y directrices, el conjunto de cables no debe pasar por filos cortantes y deben ser fijados a la estructura del chasis con amarras o abrazaderas. Algunas carroceras no tomaron en cuenta el riesgo que provocan los filos cortantes, que quedan por procesos de corte de material por soldadura. Como se muestra la figura 46.



Figura 46. Arnés de cables de carrocería sin protección y sin sujeción
(Taller Eléctrico Chávez, 2014)

4.- PROPUESTA DE DISEÑO

4.1. ESQUEMA ACTUAL DEL SISTEMA DE CABLEADO ELÉCTRICO

De acuerdo a los análisis realizados a los sistemas eléctricos de diferentes unidades de transporte que frecuentan el Taller Eléctrico Chávez para mantenimiento, se determinó que el sistema eléctrico implementado por la mayoría de empresas carroceras a nivel nacional tiene un esquema de funcionamiento simple, y puede ser comparado con el accionamiento de un interruptor de domicilio convencional, en la figura 47 se muestra el tipo de conexión utilizado, donde se encuentra una fuente de corriente alterna con sus respectivas líneas de alimentación fase y neutro con sus respectivos conductores o cables, un interruptor de dos vías, un fusible de protección y el consumidor.

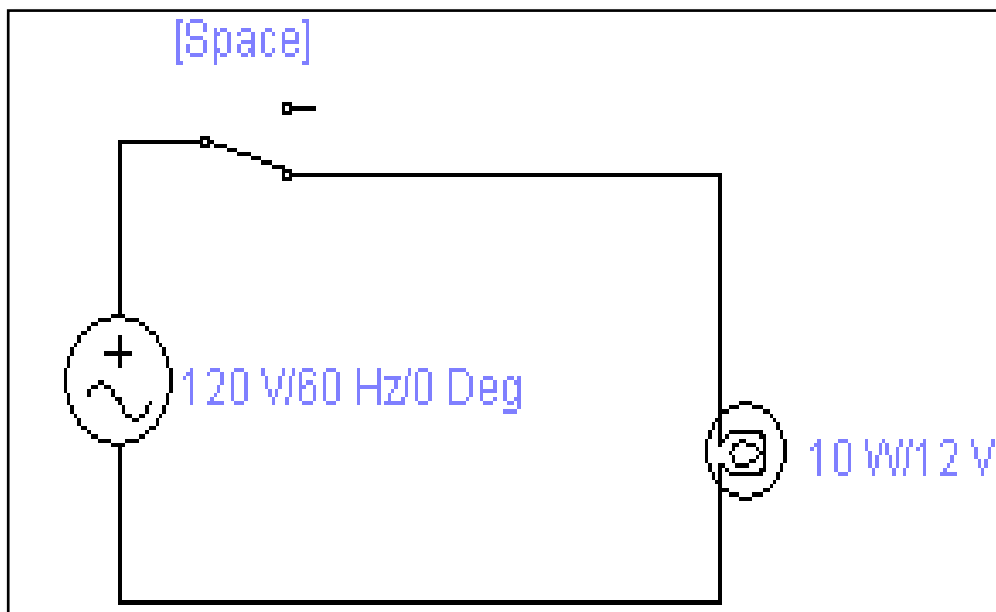


Figura 47. Conexión domiciliaria

(Taller Eléctrico Chávez, 2014)

Como se mencionó anteriormente la conexión utilizada por las carroceras es bastante similar con la de un domicilio, en la figura 48 se muestra este tipo de conexión que consta de una fuente de alimentación con sus respectivos

polos negativo y positivo, con los conductores respectivos que alimentan los elementos consumidores.

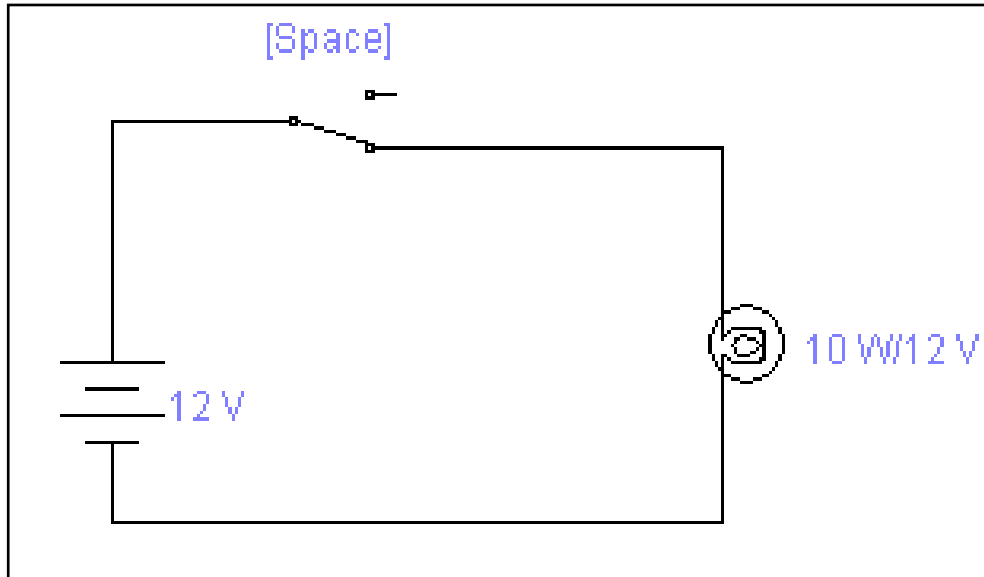


Figura 48. Conexión carrocería bus

(Taller Eléctrico Chávez, 2014)

En la figura 49 se muestra un esquema de las conexiones del sistema de cableado eléctrico que se encontró en la unidades de transporte de pasajeros que en las cuales se dio algún tipo de mantenimiento en el Taller Eléctrico Chávez. El diseño se tomó de la experiencia del trabajo y reparación de fallas de las conexiones del sistema de cableado eléctrico realizado en las unidades de transporte.

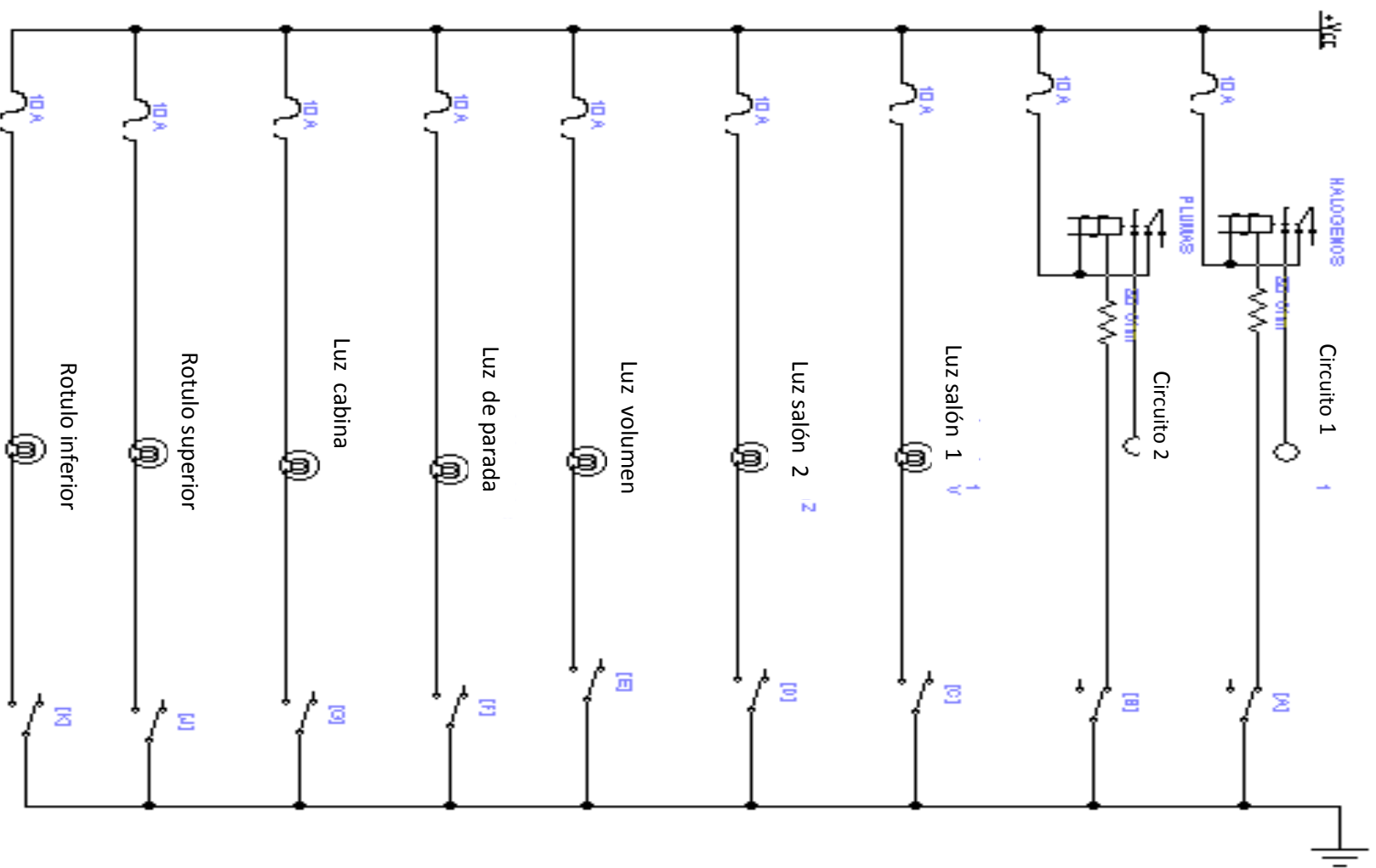


Figura 49. Circuito eléctrico básico de conexiones de una carrocería
 (Taller Eléctrico Chávez, 2014)

4.2. CRITERIOS PARA LA FABRICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE CABLEADO ELÉCTRICO PARA CARROCERÍAS DE BUSES DE TRANSPORTE DE PASAJEROS

4.2.1. CLASIFICACIÓN DE LA CARROCERÍA Y EL CABLEADO ELÉCTRICO

Para poder establecer los procedimientos para la instalación y fabricación del cableado eléctrico, fue necesario clasificar a las carrocerías de buses en dos grupos y dentro de ellos en varios subgrupos como se muestra en la figura 50, esta clasificación ayudo a organizar de mejor manera los sistemas de cableados eléctricos.

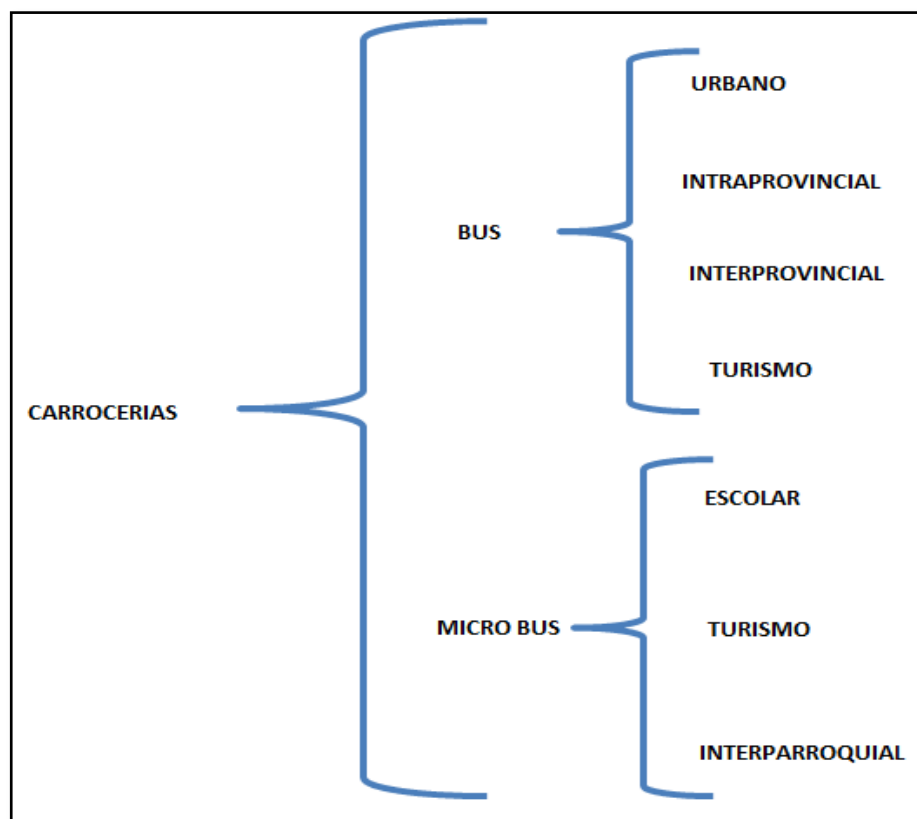


Figura 50. Clasificación de carrocerías para buses
(Taller Eléctrico Chávez, 2014)

Bus de transporte de pasajeros.- Es un vehículo diseñado para el transporte de personas con capacidad puede variar entre 40 y 120 pasajeros dependiendo el tipo de servicio. En Ecuador generalmente son utilizados para brindar servicio urbano, escolar, intraprovincial, interprovincial y de turismo.

La longitud máxima establecida por las norma 2205 para buses de servicio urbano e Intraprovincial es de es de 13000mm. Para un bus de servicio interprovincial la longitud máxima varia de 13300mm con 2 ejes, y de 15000 mm con más de 3 ejes como se aprecia en la figura 51. De acuerdo a esta clasificación se puede realizar o implementar el sistema de cableado eléctrico simple o sistemas de cableado eléctrico completo.



Figura 51. Bus Interprovincial

(SANCHEZ, 2014)

Microbús de transporte de pasajeros.- Es un autobús de tamaño pequeño con capacidad máxima de 32 pasajeros. En el país generalmente son utilizados para brindar servicio escolar, intraprovincial y de turismo. De acuerdo a la norma 2205 la longitud máxima de un microbús para transporte

de pasajeros es de 10000mm. En la figura 52 se puede observar un minibús Volksbus 9-150 marca Volkswagen.



Figura 52. Microbús
(Rochadesenho, 2010)

4.2.2. CLASIFICACIÓN DEL CABLEADO ELECTRICO

Para tener una idea clara de cómo se debería clasificar los tipos de sistemas de cableado eléctrico que cada carrocería debe llevar, se asignaron dos categorías de cableado eléctrico. Sistema de cableado eléctrico simple, el mismo que de aquí en adelante será SCE Simple y el sistema de cableado eléctrico completo descrito a continuación como SCE Completo.

Cada categoría incorpora la opción para implementar el sistema de cableado eléctrico de los accesorios del aire acondicionado. En la figura 53 se observa la clasificación de los sistemas de cableado eléctrico (SCE) y el tipo de la carrocería al que se los puede aplicar.

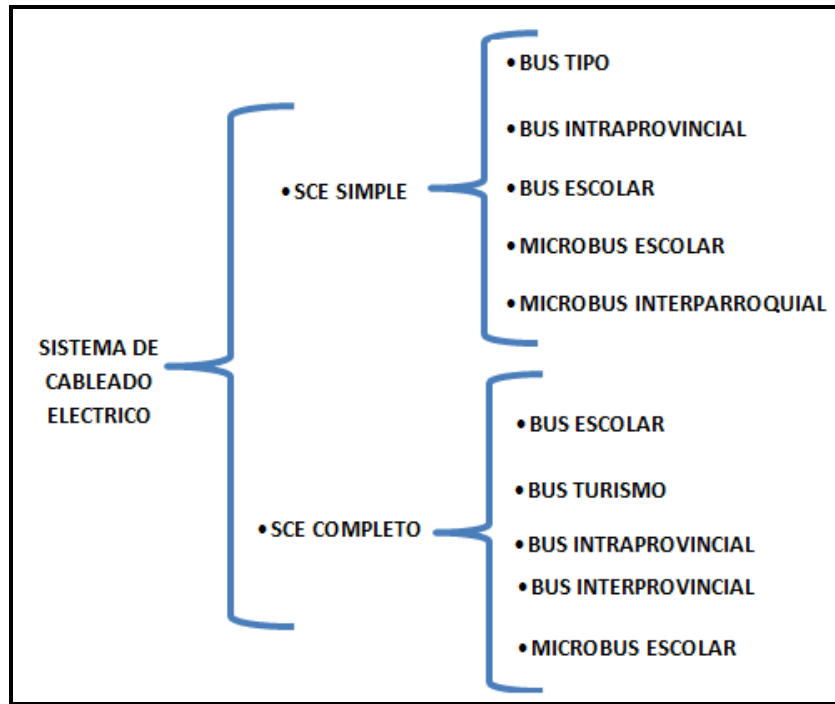


Figura 53. Clasificación del sistema de cableado eléctrico y distribución por carrocería

(Taller Eléctrico Chávez, 2014)

Sistema de Cableado eléctrico simple.- Comprende los accesorios básicos que incluyen a las luces salón, luces de volumen, luces de bodega, luces de graderíos luz de cabina, luces de rótulos, audio, ventilador de desempañador y pluma derecha.

Sistema de Cableado eléctrico completo.- Abarca las luces de salón, luces de cabina, luces de pasillo luces de número de asientos, luces de lectura, luces de volumen, luz de bodegas, sistemas de audio y video, pluma derecha, soplador de desempañador, rotulo.

Cableado sistema aire acondicionado.- El cableado eléctrico de este sistema es un conjunto adicional que viene proporcionado en el kit de instalación del equipo de aire acondicionado, por lo cual su instalación depende del propietario de la unidad y puede ser instalado en cualquier tipo de carrocería.

Es recomendable que el kit de aire acondicionado conste con todos los accesorios de alimentación y control eléctrico para evitar daños prematuros en el sistema eléctrico original del chasis.

4.2.3. DISEÑO DE CIRCUITOS Y CÁLCULOS DE CONSUMO DE CORRIENTES PARA BUS

Para los cálculos de consumo de corriente se toma en cuenta la clasificación de los buses, el tipo de cableado eléctrico y los accesorios mínimos dispuestos por la normas INEN 1155. Además de la aplicación de fórmulas presentadas en la ley de Ohm, en las cuales se considera la relación entre el voltaje, la corriente y el valor de un resistor. A continuación se presenta la ecuación para determinar el consumo de corriente de un circuito eléctrico en la cual se incluye a la potencia eléctrica de acuerdo a las leyes de ohm.

$$I = \frac{P}{V} \quad [4.1]$$

En dónde:

I: Intensidad o corriente en Amperios [A].

P: Potencia en Vatios [W].

V: Tensión o voltaje en voltios [V].

Para poder determinar las sumas de las potencias aplicadas en los diferentes circuitos diseñados para las unidades de transporte se aplica las siguientes ecuaciones expresadas en la ley de ohm.

$$PT = \sum(p_1, p_2, p_3, p_4, p_n, \dots) [W] \quad [4.2]$$

Dónde:

PT= Potencia total de consumo, de la sumatoria de las potencias parciales de cada uno de los accesorios que intervienen en dicho circuito.

En todo vehículo automotriz el tipo de circuito utilizado para alimentar y activar los diversos accesorios es el circuito en paralelo, es por ello que para obtener el valor de las sumas de las corrientes consumidas por dichos circuitos eléctricos se determina de acuerdo a la siguiente fórmula expresada por ohm:

$$IT = \sum(I_1, I_2, I_3, I_4, I_n, \dots) [A] \quad [4.3]$$

En donde:

IT= Corriente total de consumo, de la sumatoria de las corrientes parciales de cada uno de los circuitos diseñados.

4.2.3.1. Luces y accesorios principales del chasis

Las luces principales son aquellas que vienen ya montadas en el chasis y todo bus los posee, por ende esta explicación es tomada en cuenta tanto para buses urbanos como para buses interprovinciales. Este sistema consta de las instalaciones, conmutadores y fusibles diseñados para soportar un máximo de vatiaje establecido por el fabricante del chasis, y son controlados de manera segura por el conductor.

El fabricante de carrocería debe respetar estas instalaciones. No modificar por ningún motivo las conexiones y solo debería encargarse de escoger y colocar el tipo y modelo de faros con los cuales se haya realizado el diseño de la carrocería.

Sistema principal de luces.- Las luces principales son controladas por un conmutador cerebro, el cual está diseñado para trabajar y controlar las luces en tres tiempos:

- Primer tiempo apagado.
- Segundo tiempo luces de posición delanteras, laterales, posteriores y luz de placa.
- Tercer tiempo luces intensas baja/alta.

Las luces altas y luces bajas son controladas por un relevador que por movimiento mecánico de una palanca hace el cambio de la luz baja a la luz alta y viceversa, tal como se muestra en la figura 54.

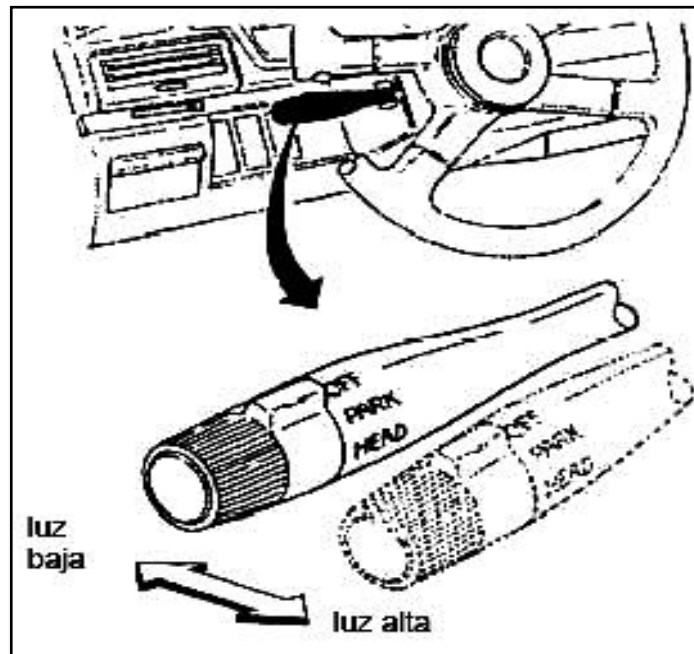


Figura 54. Palanca Cambio de luces
(Electricidad del automovil, 2010)

Luces de posición delantera y posterior.- En un vehículo de cuatro ruedas de acuerdo a la norma INEN 1155, debe llevar de dos a cuatro luces de posición por lado. Estos focos son de 10 vatios cada uno.

$$PT = p_1 + p_2 \quad [4.2]$$

$$I = \frac{PT}{V} \quad [4.1]$$

$$PT = (4 * 10) + (4 * 10)$$

$$I = \frac{80W}{24V}$$

$$PT = 80[W]$$

$$I_1 = 3.33 [A]$$

Luz posición lateral y placa.- Son controladas por el conmutador de las luces de posición, de acuerdo a la norma INEN 1155, el vehículo debe contar con tres luces laterales por lado, y una lámpara para iluminación de placa. Para estas lámparas se utilizan focos de 10 vatios cada uno.

$$PT = p_1 + p_2 + p_3 \quad [4.2]$$

$$I = \frac{PT}{V} \quad [4.1]$$

$$PT = (3 * 10) + (3 * 10) + (2 * 10)$$

$$I = \frac{80W}{24V}$$

$$PT = 80[W]$$

$$I_2 = 3.33 [A]$$

Luces intensas bajas.- El sistema de cableado eléctrico y los elementos de control de las luces altas están diseñados para soportar un halógeno de 70 vatios 24 voltios por cada lado.

$$PT = p_1 + p_2 \quad [4.2]$$

$$I = \frac{PT}{V} \quad [4.1]$$

$$PT = 70W + 70W$$

$$I = \frac{140W}{24V}$$

$$PT = 140[W]$$

$$I_3 = 5,83 [A]$$

Luces intensas altas.- El sistema de cableado eléctrico y los elementos de control de las luces altas están diseñados para soportar un halógeno de 75 vatios 24 voltios por cada lado.

$$PT = p_1 + p_2 \quad [4.2]$$

$$I = \frac{PT}{V} \quad [4.1]$$

$$PT = 75W + 75W$$

$$I = \frac{150W}{24V}$$

$$PT = 150[W]$$

$$I_4 = 7,5 [A]$$

Luz indicadora de dirección o direccional. De igual forma viene implementado en el chasis. La cantidad de luces depende del tipo de flasher que disponga el chasis. Comúnmente en los chasis importados se encuentra un flasher conmutador de luces direccionales y de parqueo, como el que se muestra en la figura 55.

En la tapa de este dispositivo se encuentra la formula a continuación descrita:

$$Pt = ((3+3) \times 21W) \text{ a } 24V \quad [4.4]$$

De donde:

Pt= Potencia total que puede soportar el flasher.

(3+3)= Indica la cantidad de focos total que se puede utilizar por lado.

21W= Vatiaje máximo que debe tener cada foco colocado.

24V= Tensión de voltaje a la que trabaja el flasher.

Donde la potencia total que soporta el flasher es de tres focos de 21vatios del lado derecho más tres focos de 21vatios del lado izquierdo a 24voltios.

Por lo que el consumo de corriente sería:

$$PT = p_1 + p_2 \quad [4.2]$$

$$I = \frac{PT}{V} \quad [4.1]$$

$$PT = (3 * 21) + (3 * 21)$$

$$I = \frac{126W}{24V}$$

$$PT = 126[W]$$

$$I_5 = 5,24 [A]$$

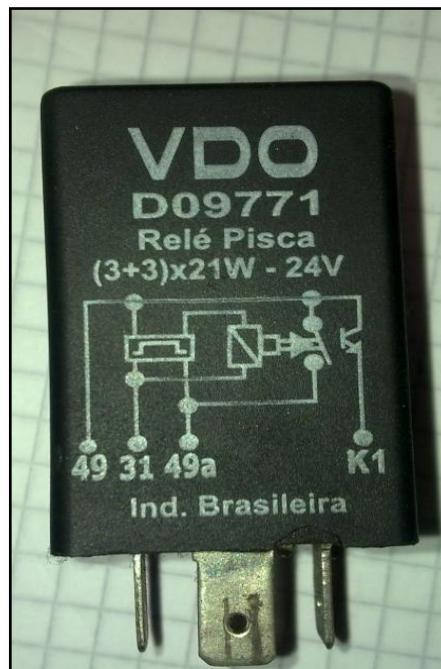


Figura 55. Características de flasher de direccional
(Taller Eléctrico Chávez, 2014)

Luces de freno.- Las instalaciones de este sistema eléctrico es montado por el fabricante del chasis el cual es controlado por un interruptor colocado en el pedal de freno. Está diseñado para soportar hasta 4 focos de 21 vatios.

$$PT = p_1 + p_2 \quad [4.2] \qquad I = \frac{PT}{V} \quad [4.1]$$

$$PT = (2 * 21) + (2 * 21) \qquad I = \frac{84W}{24V}$$

$$PT = 84[W] \qquad I_6 = 3,5 [A]$$

Luces de retro.- Este sistema funciona con un conmutador accionado mecánicamente al colocar la marcha atrás del vehículo. De acuerdo a la norma INEN 1155 el vehículo debe llevar 2 luces indicadoras en la parte posterior, una por lado, adicionalmente debe incorporar una sirena de alerta.

$$PT = p_1 + p_2 + p_3 \quad [4.2] \qquad I = \frac{PT}{V} \quad [4.1]$$

$$PT = 21 + 21 + 25 \qquad I = \frac{67W}{24V}$$

$$PT = 67[W] \qquad I_7 = 2,79 [A]$$

Pluma limpia parabrisas del lado del conductor.- El sistema eléctrico del limpiaparabrisas del conductor se encuentra integrado a los sistemas del chasis y su cableado eléctrico viene ya incorporado.

$$PT = V.I \quad [4.1] \qquad PT = 24V * 10A$$

$$PT = 240[W] \qquad I_8 = 10 [A]$$

Conexión de bocina o pito.- De igual forma el sistema eléctrico del pito forma parte del cableado eléctrico del chasis, por ende no debería existir modificación alguna para ello.

$$PT = V.I \quad [4.1] \qquad PT = 240[W]$$

$$PT = 24V * 10A$$

$$I_9 = 10 [A]$$

Consumo de corriente total del chasis.- El consumo de corriente determinado en este análisis, fue tomado con base en lo accesorios mínimos de iluminación principal determinados por la norma técnica INEN 1155. En la tabla 2 se presenta la aplicación de la formula [4.3], sumatoria de las corrientes parciales.

Tabla 2. Suma de corrientes parciales de consumo del chasis.

Numero Intensidad	Valor de consumo [A]
I ₁	3,33 [A]
I ₂	3,33 [A]
I ₃	5,83 [A]
I ₄	7,50 [A]
I ₅	5,24 [A]
I ₆	3,50 [A]
I ₇	2,79 [A]
I ₈	10,00 [A]
I ₉	10,00 [A]
IT_{CHASIS}	51,52 [A]

4.2.3.2. Cálculo de consumo de corriente y diseño de circuito de luces secundarias y accesorios de carrocería para Bus con cableado simple

Estas luces se las puede denominar secundarias, porque su sistema de cableado eléctrico es diseñado, fabricado y montado por la empresa carrocera. Además de estar controladas por un conmutadores independientes al resto de accesorios. En la figura 56 se puede observar una carrocería de bus urbano con sistema de cableado eléctrico simple.



Figura 56. Bus urbano

(Bus tipo mercedes benz 2004, 2014)

Para el cálculo de corrientes de los accesorios de la carrocería es necesaria la aplicación de las mismas fórmulas utilizadas para determinar el consumo de corrientes del chasis.

Accesorios exteriores

Luces de volumen.- De acuerdo a la norma INEN 1155 todo vehículo mayor a 6000mm debe disponer de la cantidad necesaria de lámparas para hacerlos lo suficientemente visible con respecto al resto de vehículos, por lo que consta de 10 lámparas con focos de 5W a 24V por cada mitad del techo exterior tal como se muestra en la figura 57. Por lo que el consumo de corriente sería de:

$$PT = p1 + p2 + p3... + p10 \quad [4.2]$$

$$I = \frac{PT}{V} \quad [4.1]$$

$$PT = 20 * 5W$$

$$I = \frac{100W}{24V}$$

$$PT = 100[W]$$

$$I_1 = 4,16 [A]$$

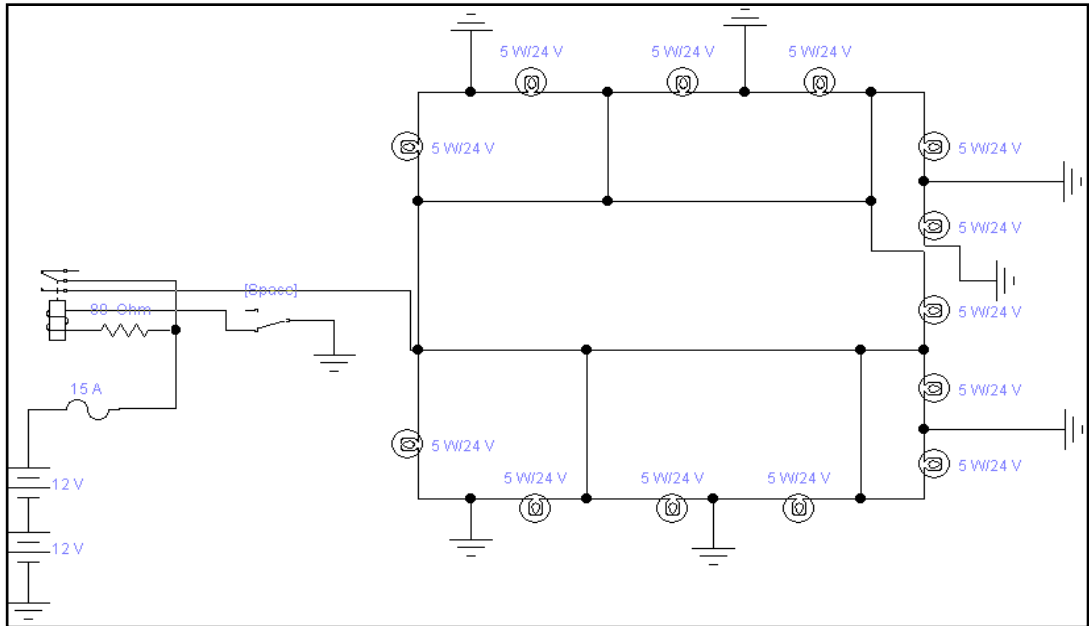


Figura 57. Diseño del circuito de luces de volumen

Luces halógenos neblineros o antiniebla.- De acuerdo a la norma INEN 1155 la carrocería de bus consta de dos luces neblineros en los extremos del guardachoque delantero. En la figura 58 se muestra la conexión del circuito de los halógenos.

$$PT = p1 + p2 \quad [4.2]$$

$$I = \frac{PT}{V} \quad [4.1]$$

$$PT = 2 * 100W$$

$$I = \frac{200W}{24V}$$

$$PT = 200[W]$$

$$I_2 = 8,33 [A]$$

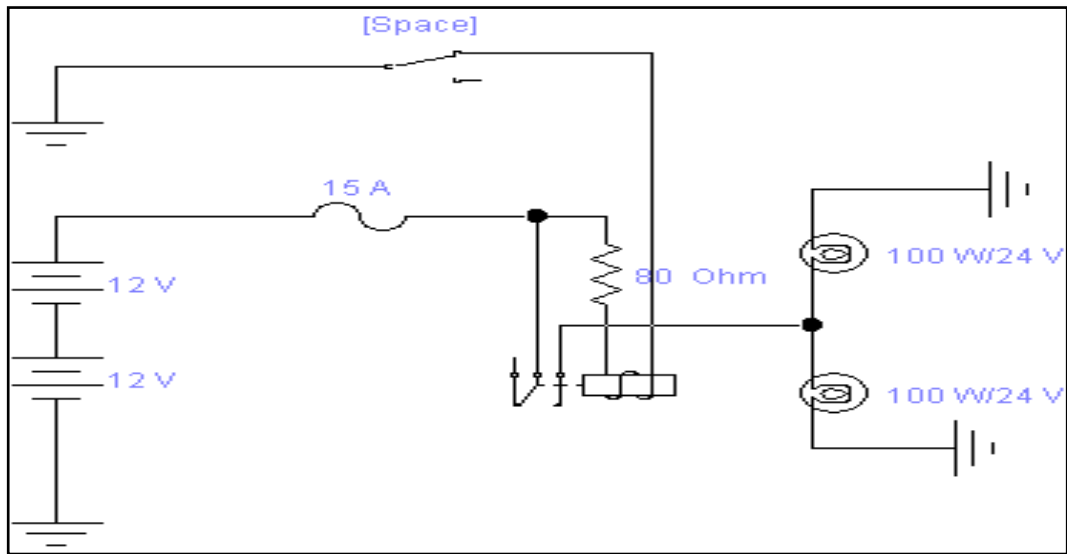


Figura 58. Diseño del circuito de luces halógenos neblineros

Conexión motor de plumas lado derecho.- Un motor de plumas consume entre 6A y 10A para cumplir con su trabajo. En la figura 59 se muestra el diseño de conexión para el motor de plumas derecho.

$$PT = V.I \quad [4.1] \quad PT = 24V * 10 A$$

$$I_3 = 10 [A] \quad PT = 240[W]$$

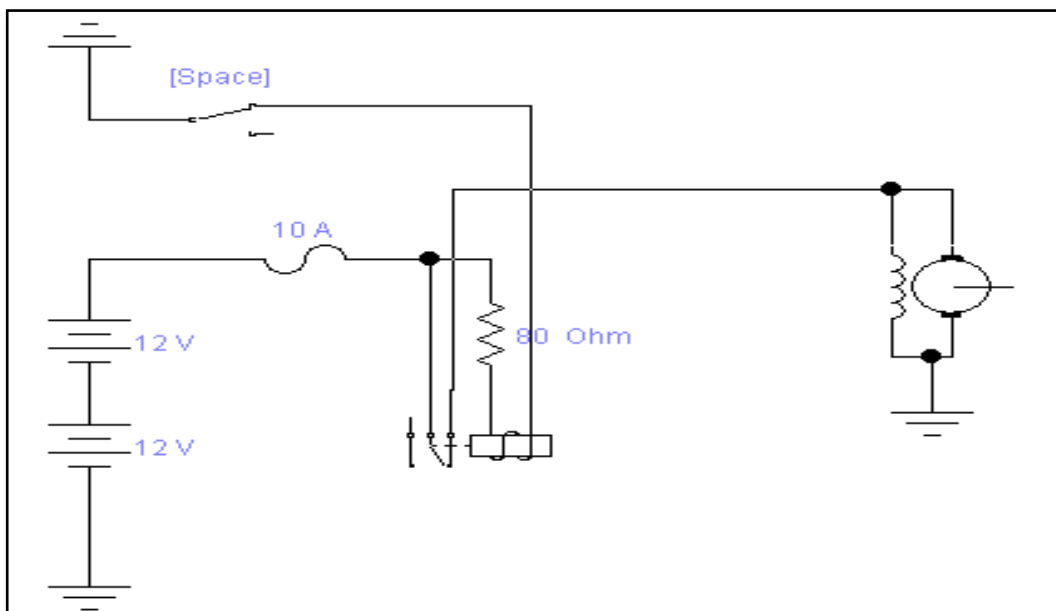


Figura 59. Conexión motor de plumas

Accesorios interiores

Lámparas de graderíos.- De acuerdo a la norma INEN 1155 los vehículos de transporte deben disponer de iluminación en la entrada y salida para garantizar la seguridad del pasajero. Se pueden utilizar focos o lámparas hasta de 21W. En la figura 60 se muestra el diseño del circuito de luz de gradas.

$$PT = p1 + p2 \quad [4.2]$$

$$I = \frac{PT}{V} \quad [4.1]$$

$$PT = 4 * 21W$$

$$I = \frac{84W}{24V}$$

$$PT = 84[W]$$

$$I_4 = 3,5 [A]$$

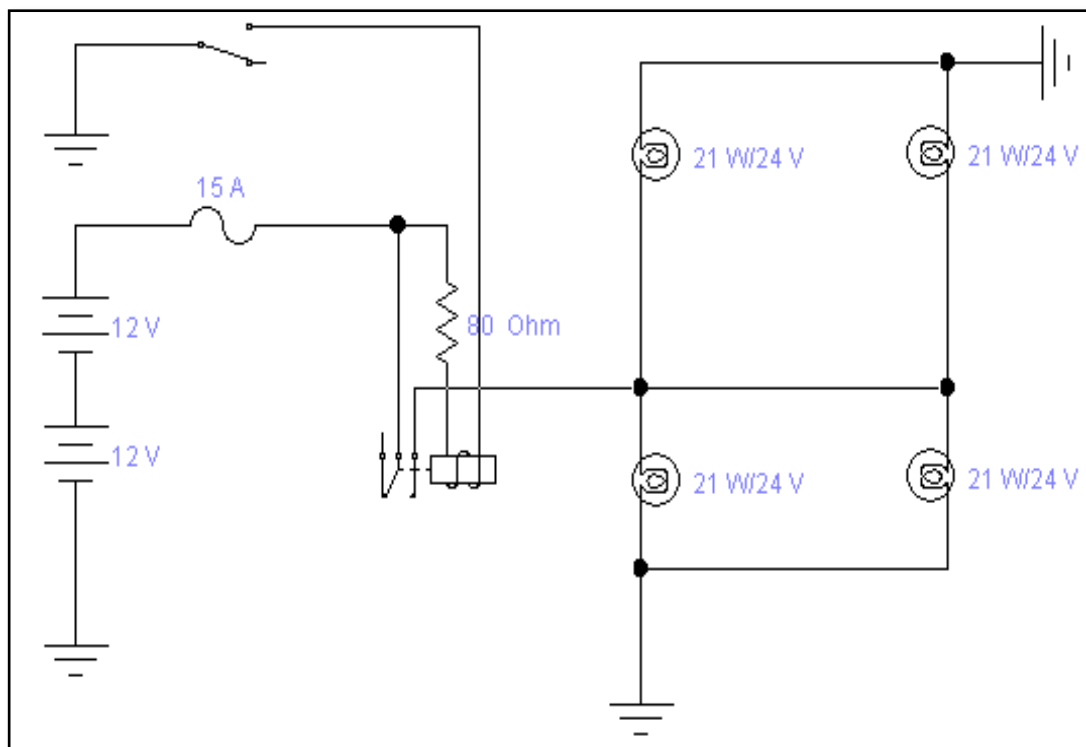


Figura 60. Diseño de circuito lámparas graderíos

Lámparas de salón.- El sistema eléctrico de las luces interiores de salón lleva 10 lámparas y de acuerdo a la norma INEN 2205 debe constar con dos circuitos independientes, como se puede observar en la figura 61.

Circuito iluminación de salón A:

$$PT = p_1 + p_2 + \dots + p_5 \quad [4.2] \quad I = \frac{PT}{V} \quad [4.1]$$

$$PT = 5 * 40W \quad I = \frac{200W}{24V}$$

$$PT = 200[W] \quad I_5 = 8,33 [A]$$

Circuito iluminación de salón B:

$$PT = p_1 + p_2 + \dots + p_5 \quad [4.2] \quad I = \frac{PT}{V} \quad [4.1]$$

$$PT = 5 * 40W \quad I = \frac{200W}{24V}$$

$$PT = 200[W] \quad I_6 = 8,33 [A]$$

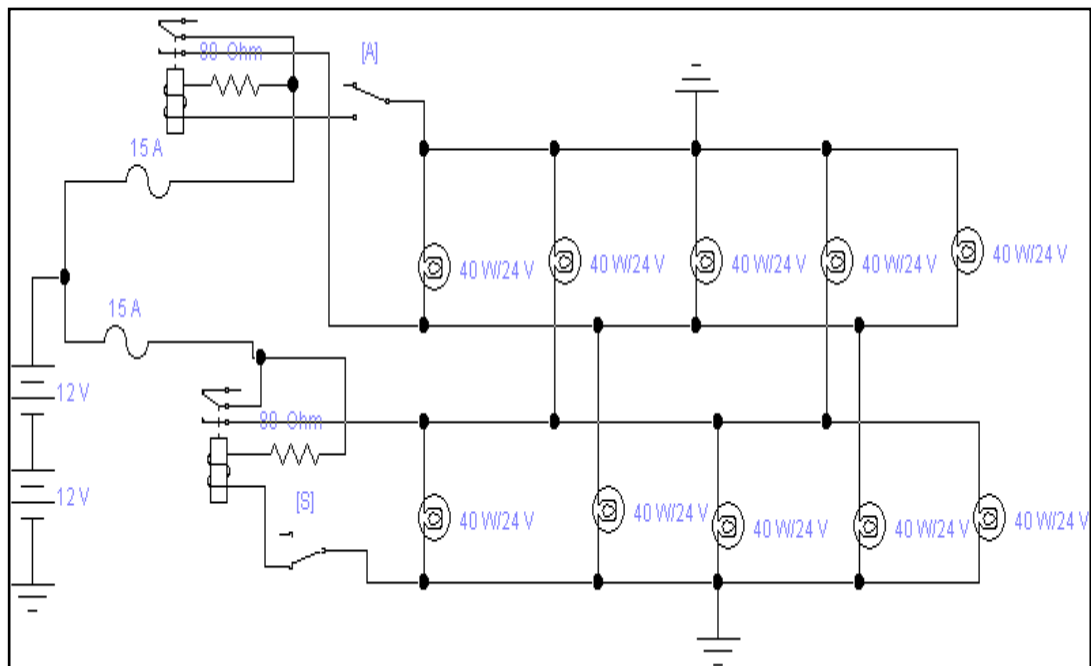


Figura 61. Diseño del circuito de luces de salón

Lámpara de cabina.- Las luces de cabina pueden ofrecer una potencia de 40 W, dependiente el diseño de la carrocería, por lo que se ha dimensionado

el circuito para el consumo más alto. En la figura 62 se puede observar el diseño del circuito de la luz de cabina.

$$PT = p1 \quad [4.2]$$

$$I = \frac{PT}{V} \quad [4.1]$$

$$PT = 1 * 40W$$

$$I = \frac{40W}{24V}$$

$$PT = 40[W]$$

$$I_7 = 1,66 [A]$$

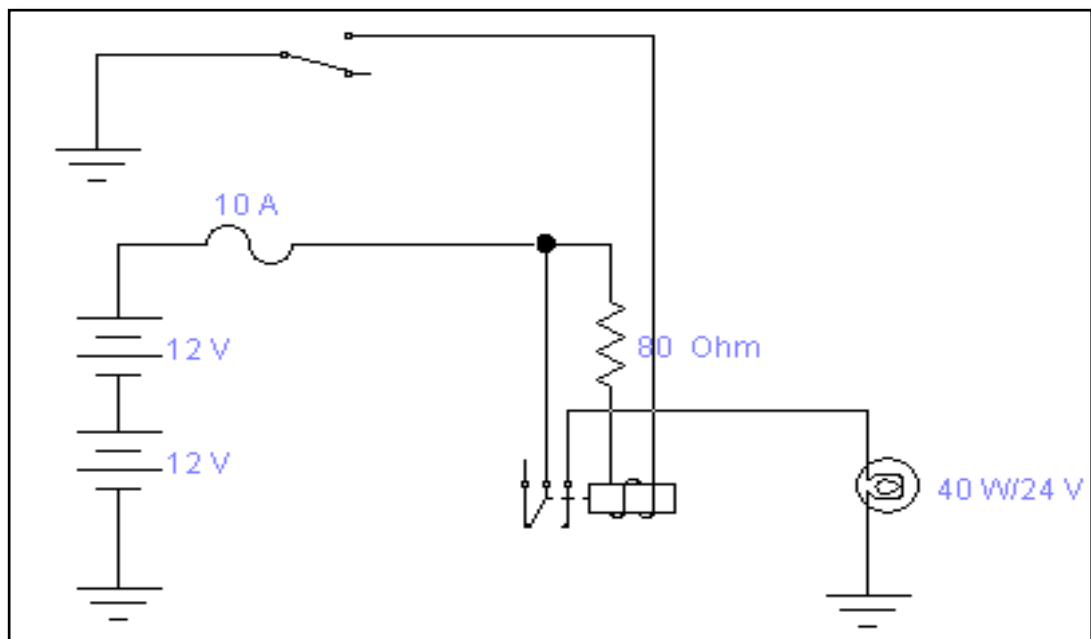


Figura 62. Circuito lámpara de cabina

Lámpara de rotulo inferior.- El rotulo inferior por lo general es un habitáculo para el letrero con una lámpara de luz blanca fluorescente con un consumo de 40 W. En la figura 63 se puede observar el diseño del circuito de luz de rotulo.

$$PT = p1$$

$$I = \frac{PT}{V}$$

$$PT = 1 * 40W$$

$$I = \frac{40W}{24V}$$

$$PT = 40[W]$$

$$I_8 = 1,66 [A]$$

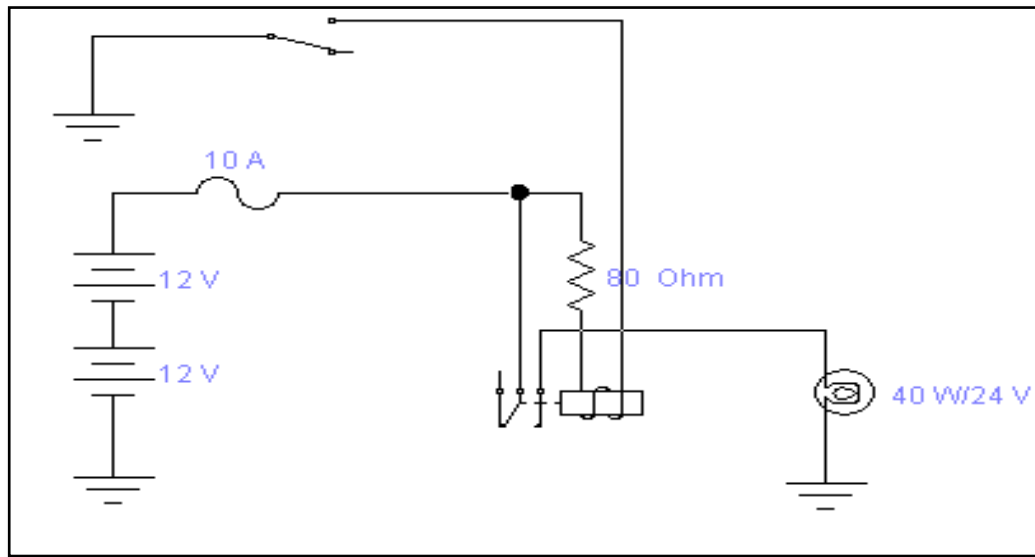


Figura 63. Diseño de circuito de luz rotulo inferior

Luz de rotulo superior.- El rotulo superior puede llevar un fluorescente de 40 W o a su vez, puede estar provisto de los nuevos dispositivos de luces led o rótulos con leyenda programable. En la figura 64 se puede observar el diseño de este circuito.

$$PT = p1 \quad [4.2]$$

$$I = \frac{PT}{V} \quad [4.1]$$

$$PT = 1 * 40W$$

$$I = \frac{40W}{24V}$$

$$PT = 40[W]$$

$$I_9 = 1,66 [A]$$

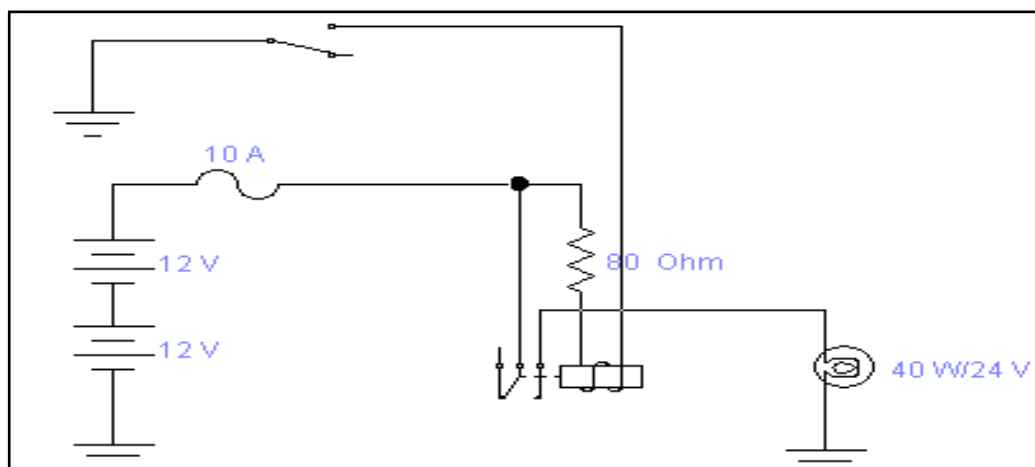


Figura 64. Diseño de circuito de luz rotulo superior

Inversor de voltaje para radio de 12V y enchufe toma 12V.- La utilización de un inversor de voltaje en los sistemas de 24 V es necesario para evitar el desgaste desigual de las baterías. El consumo de corriente de este dispositivo junto con el radio es 10 A. En la figura 65 se puede observar el diseño del circuito del inversor de voltaje de 24V a 12V.

$$PT = V.I \quad [4.1]$$

$$PT = 24V * 10A$$

$$PT = 240[W]$$

$$I_{10} = 10[A]$$

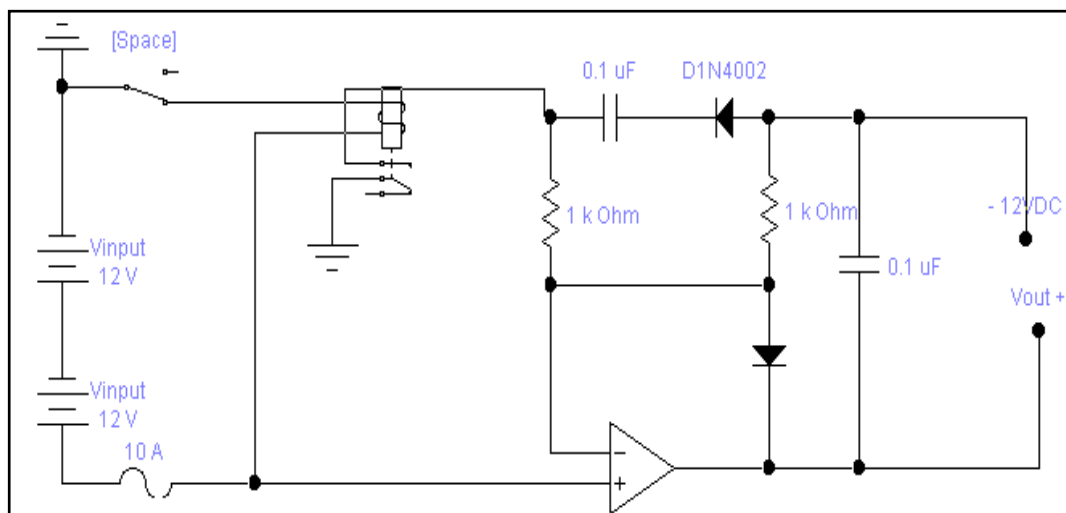


Figura 65. Circuito inversor de voltaje

Conexiones opcionales para accesorios.- Cada carrocería para bus, debe llevar como mínimo una conexión adicional, con todo el sistema de circuito eléctrico listo para empatar un nuevo accesorio. Este circuito deberá soportar como máximo un consumo de 10 A. En la figura 66 se puede observar el diseño del circuito.

$$PT = V.I \quad [4.1]$$

$$I_{11} = 10[A]$$

$$PT = 24V * 10A$$

$$PT = 240W$$

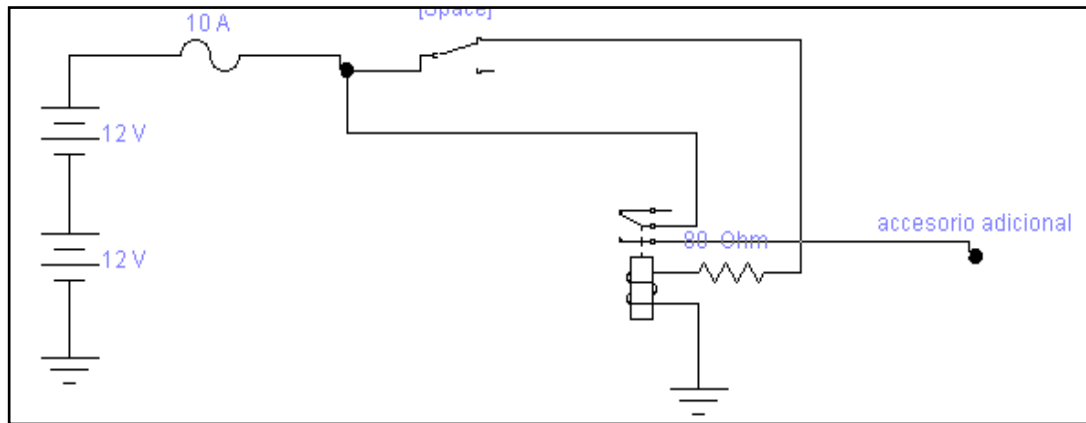


Figura 66. Conexión adicional accesorios 10[A] Max

Timbre de aviso de parada.- La sirena de aviso de parada, tiene un consumo de amperaje relativamente bajo, por lo que se tomó como referencia el valor de amperaje del fusible más bajo que existe en el mercado.

$$I = \frac{p}{V} \quad [4.1] \quad I = \frac{15W}{24V} \quad I_{12} = 0,62[A] \approx I = 5 [A]$$

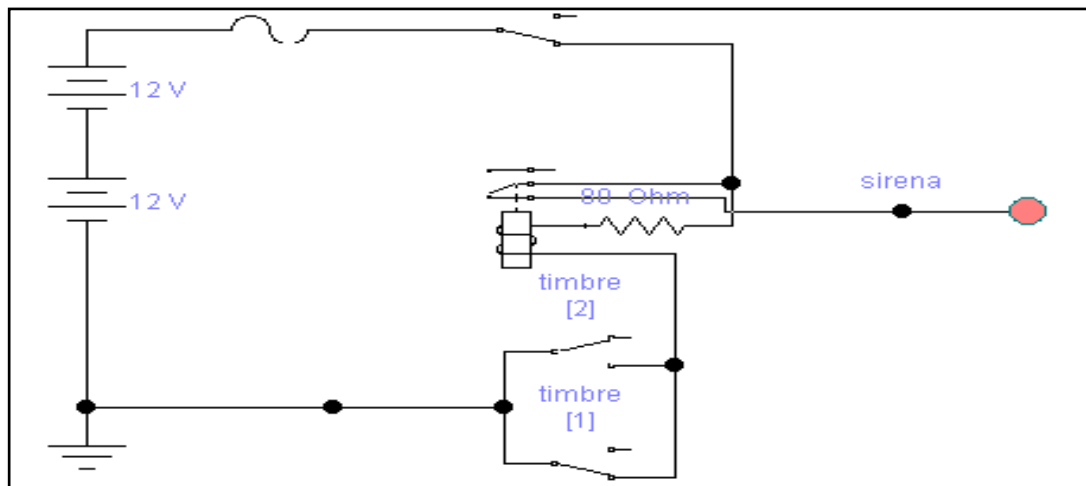


Figura 67: Conexión de timbre

Conexión de soplador antivaho desempañador.- El desempañador del mercado nacional tiene un consumo de corriente aproximadamente de 10 amperios, por lo que se asume que el amperaje que estaría soportando este

circuito es de 15A. En la figura 68 se puede observar el diseño del circuito del desempañador. (Características técnicas del soplador ver anexo 7)

$$P = I * V \quad [4.1]$$

$$P = 15A * 24V \quad I_{13} = 15[A].$$

$$P = 360[W]$$

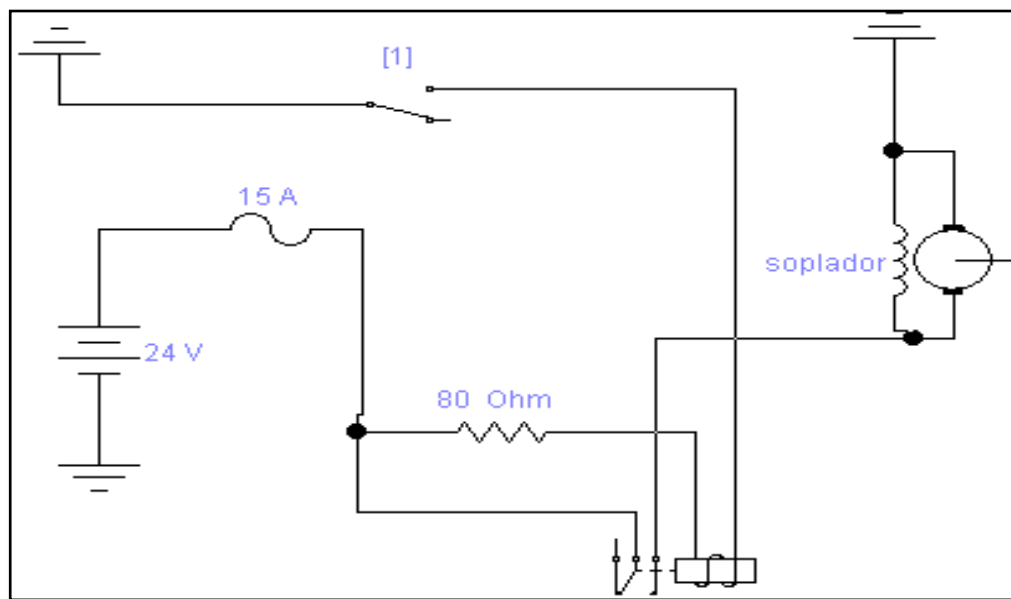


Figura 68. Motor soplador antivaho

Consumo de corriente total de la carrocería.- El consumo total de la carrocería se obtiene de la suma de todas las corrientes parciales determinadas por los accesorios como se puede observar en la tabla 3. Es necesario saber el consumo de corriente total de la carrocería para supervisar que no sobrepase la carga que proporciona la batería y el alternador. Para determinar el consumo de corriente total se aplica la ecuación [4.3].

Tabla 3. Suma de corrientes parciales de consumo de la carrocería.

Numero Intensidad	Valor de consumo [A]
I_1	4,16 [A]
I_2	8,33 [A]
I_3	10,00 [A]
I_4	3,50 [A]
I_5	8,33 [A]
I_6	8,33 [A]
I_7	1,66 [A]
I_8	1,66 [A]
I_9	1,66 [A]
I_{10}	10,00 [A]
I_{11}	10,00 [A]
I_{12}	0,62 [A]
I_{13}	15,00 [A]
$I_{T_{CARROCERÍA}}$	87,45 [A]

El consumo total de los accesorios de la carrocería es de 87,45 amperios esto en el posible caso de que se hagan funcionar todos los accesorios de la carrocería al mismo tiempo. En un caso real jamás se van a utilizar todos los accesorios al mismo instante. En este vehículo se incorpora dos baterías en serie de 165Ah, por lo que este consumo está acorde con el amperaje de las baterías.

Esquema del circuito de toda la carrocería de bus con cableado simple.- En la figura 69 se puede observar el diseño del circuito eléctrico lógico de los interruptores y relés de la carrocería para bus urbano.

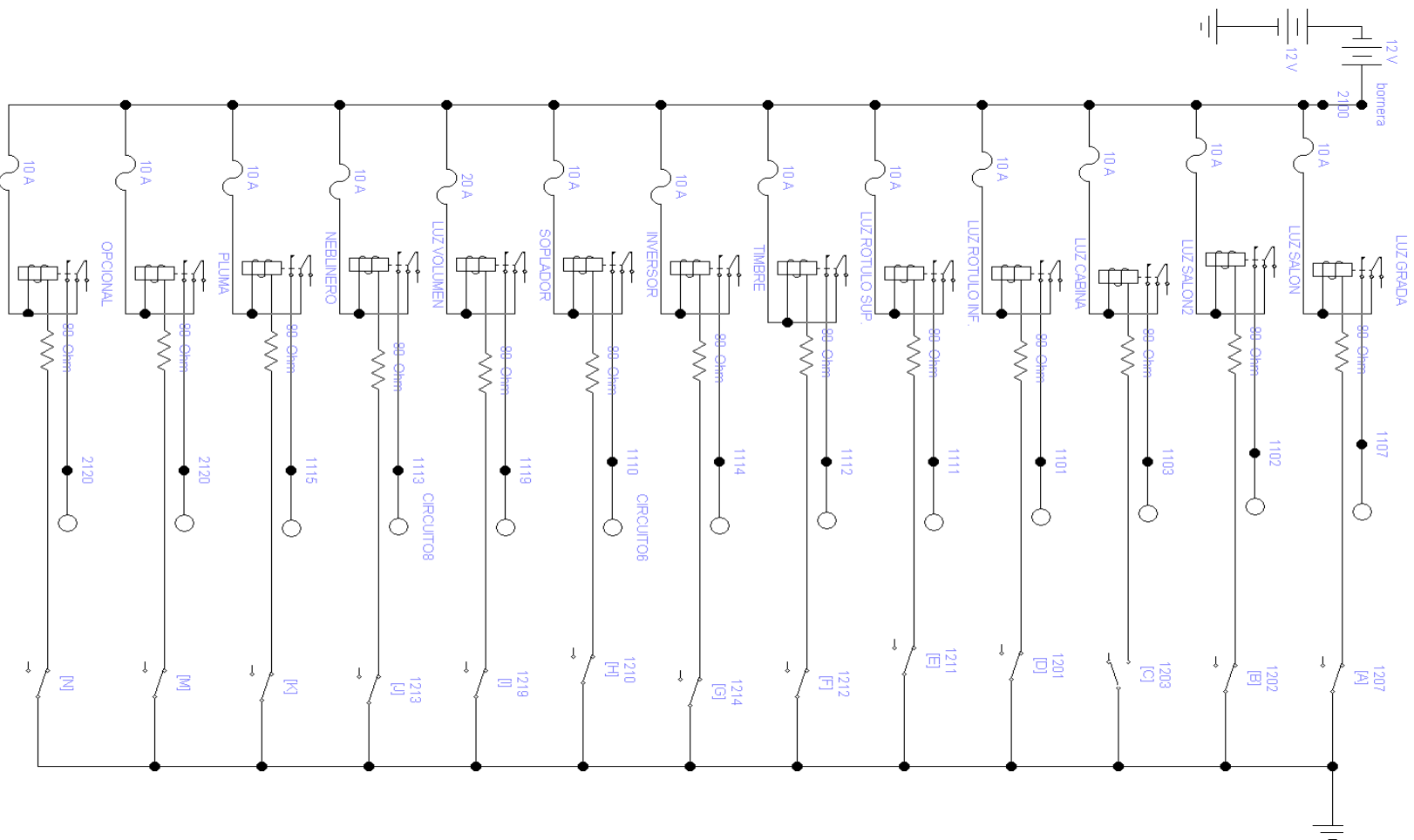


Figura 69. Circuito eléctrico lógico de carrocería bus urbano

4.2.3.3. Cálculo del consumo de corriente y diseño de circuito de luces secundarias y accesorios de carrocería para bus con cableado completo

Accesorios exteriores

Luces de volumen.- De acuerdo a la norma INEN 1155 todo vehículo mayor a 6000mm debe disponer de la cantidad necesaria de lámparas para hacerlos lo suficientemente visible, por lo que consta de 10 lámparas con focos de 5W a 24V por cada mitad del techo exterior como se muestra en la figura 70.

$$PT = p1 + p2 + p3 \dots \dots + pn \quad [4.2] \quad I = \frac{PT}{V} \quad [4.1]$$

$$PT = 20 * 5W$$

$$I = \frac{100W}{24V}$$

$$PT = 100[W]$$

$$I_1 = 4,16 [A]$$

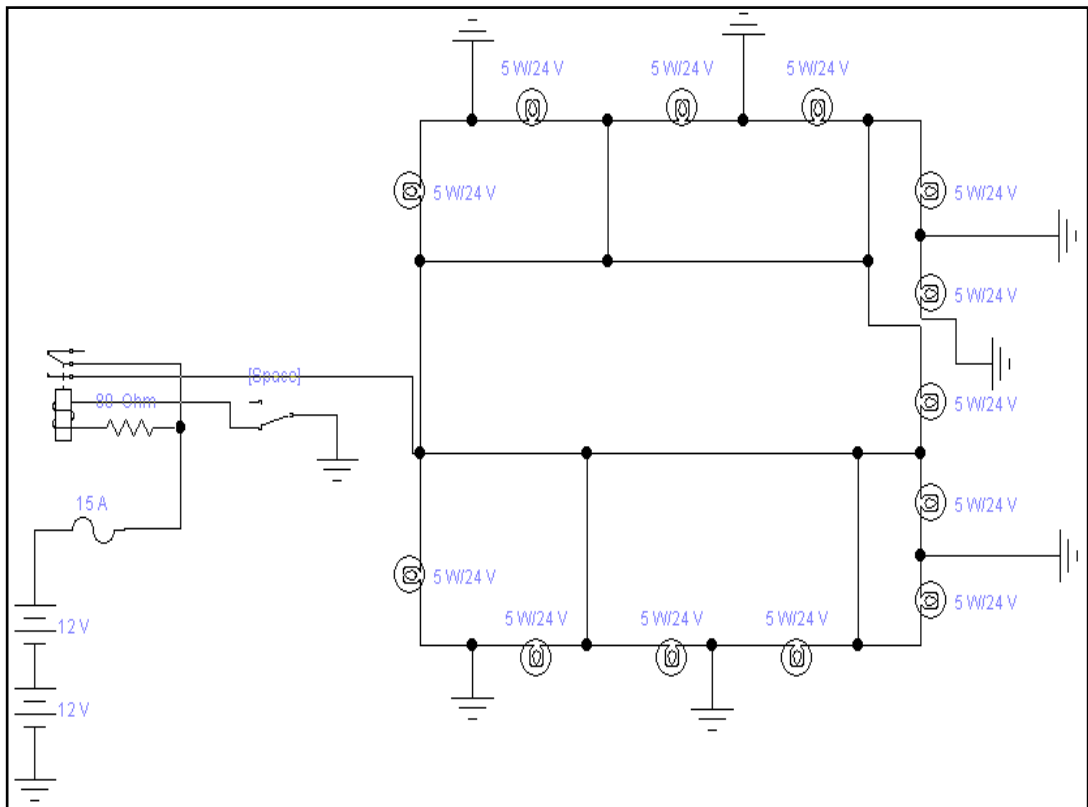


Figura 70. Diseño del circuito de luces de volumen

Luces halógenos neblineros o antiniebla.- La carrocería de bus urbano consta de dos luces neblineros en el frente del guardachoque, con una potencia de 70W a 100W. En la figura 71 se muestra el diseño de circuito para los halógenos.

$$PT = p1 + p2 \quad [4.2]$$

$$I = \frac{PT}{V} \quad [4.1]$$

$$PT = 2 * 100W$$

$$I = \frac{200w}{24V}$$

$$PT = 200[W]$$

$$I_2 = 8,33 [A]$$

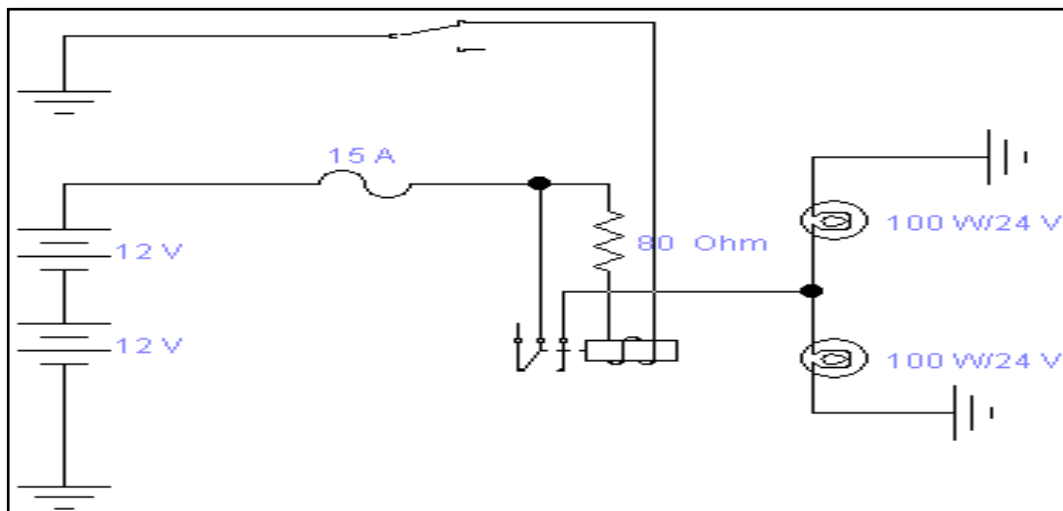


Figura 71. Diseño del circuito de luces halógenos neblineros

Conexión motor de plumas lado derecho.- Este motor debe ser capaz de vencer la fuerza de rozamiento que ejercen plumas contra el parabrisas en cualquier condición de funcionamiento. Este motor funciona con una tensión nominal de 24V y una intensidad de 19A. En la figura 72 se puede observar el diseño del circuito.

$$PT = I * V \quad [4.1]$$

$$PT = 10A * 24W$$

$$I_3 = 10[A]$$

$$PT = 240[W]$$

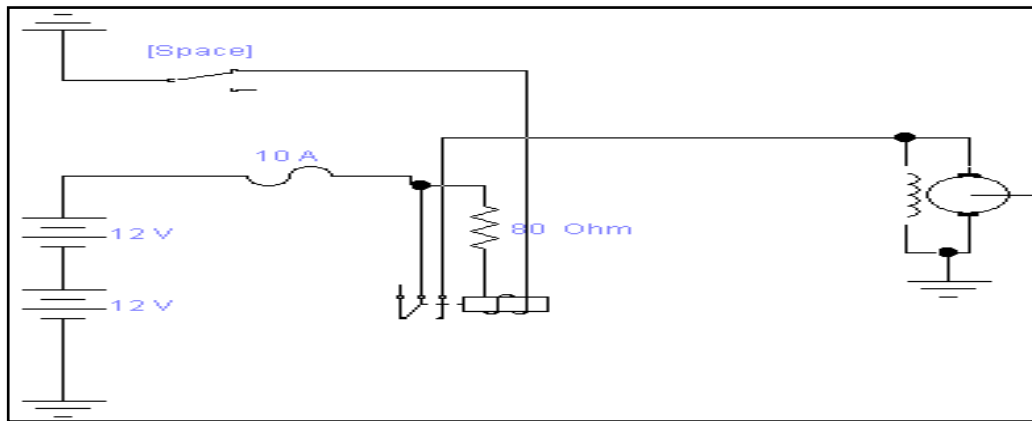


Figura 72. Diseño de circuito de conexión motor de plumas

Accesorios interiores

Luces graderíos.- De acuerdo a la norma INEN 1155 los vehículos de transporte deben disponer de iluminación en la entrada y salida para garantizar la seguridad del pasajero. Comúnmente en una unidad de transporte se puede encontrar 4 lámparas luminarias para las gradas con focos de 21W. En la figura 73 se puede observar la configuración de este circuito.

$$PT = p1 + p2 \quad [4.2]$$

$$I = \frac{PT}{V} \quad [4.1]$$

$$PT = 4 * 21W$$

$$I = \frac{84W}{24V}$$

$$PT = 84[W]$$

$$I_4 = 3,5 [A]$$

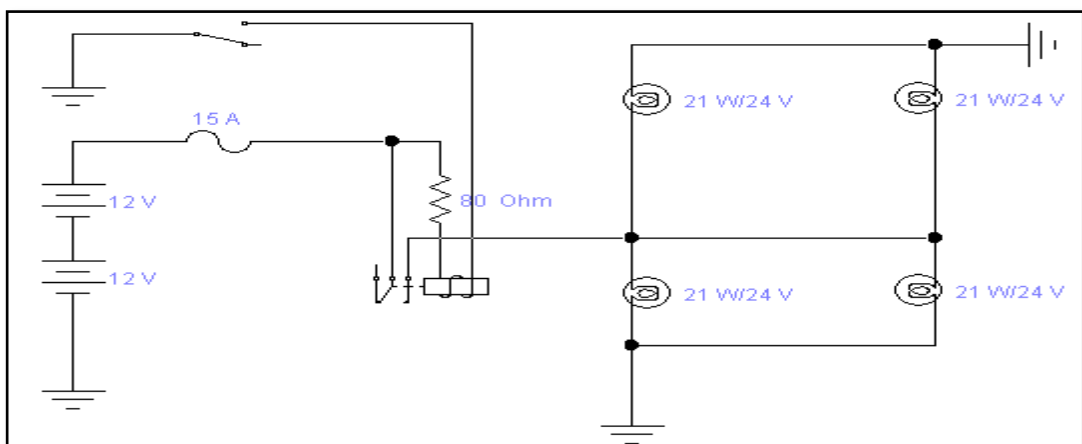


Figura 73. Diseño de circuito lámparas graderíos

Luces de salón.- El sistema eléctrico de las luces interiores de salón lleva 10 lámparas y de acuerdo a la norma INEN 2205 debe constar con dos circuitos independientes. En la figura 74 se muestra el diseño del circuito de luces de salón.

Circuito A iluminación de salón

$$PT = p1 + p2 + \dots + p5 \quad [4.2]$$

$$I = \frac{PT}{V} \quad [4.1]$$

$$PT = 5 * 40W$$

$$I = \frac{200W}{24V}$$

$$PT = 200[W]$$

$$I_5 = 8,33 [A]$$

Circuito B iluminación de salón

$$PT = p1 + p2 + \dots + p5 \quad [4.2]$$

$$I = \frac{PT}{V} \quad [4.1]$$

$$PT = 5 * 40W$$

$$I = \frac{200w}{24V}$$

$$PT = 200[W]$$

$$I_6 = 8,33 [A]$$

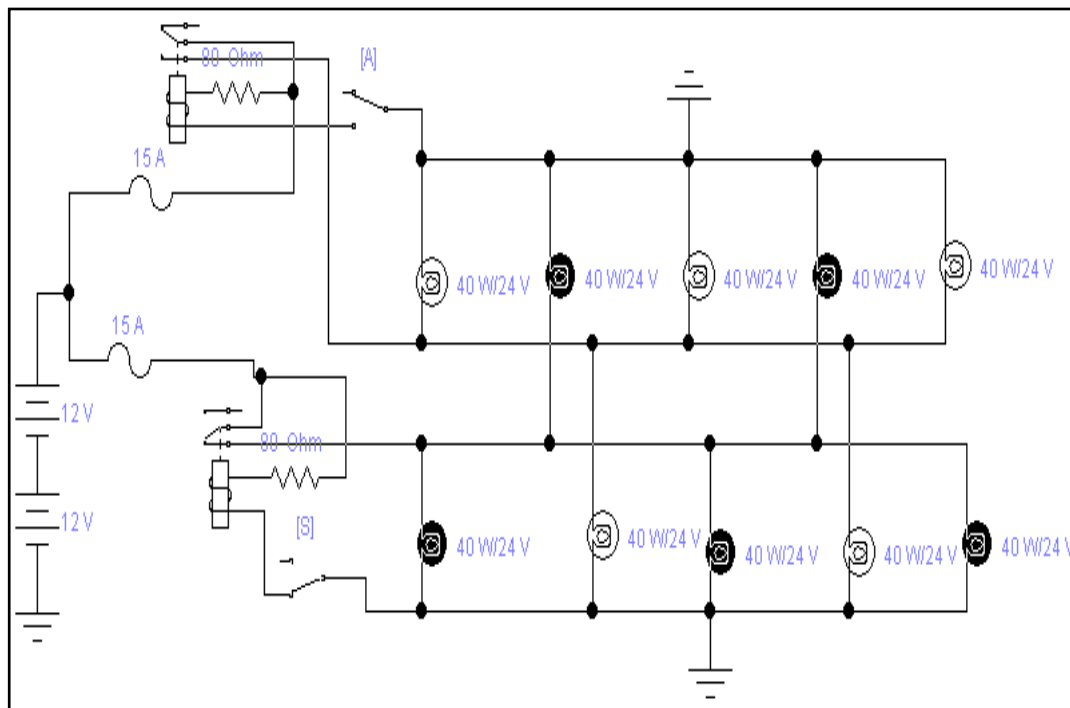


Figura 74. Diseño de circuito de luces de salón

Luz de cabina.- Las luces de cabina pueden ofrecer una potencia de 40 W, dependiente el diseño de la carrocería, por lo que se ha dimensionado el circuito para el consumo más alto. En la figura 75 se puede observar el diseño del circuito de la luz de cabina.

$$PT = p1 \quad [4.2]$$

$$I = \frac{PT}{V} \quad [4.1]$$

$$PT = 1 * 40W$$

$$I = \frac{40w}{24V}$$

$$PT = 40[W]$$

$$I_7 = 1,66 [A]$$

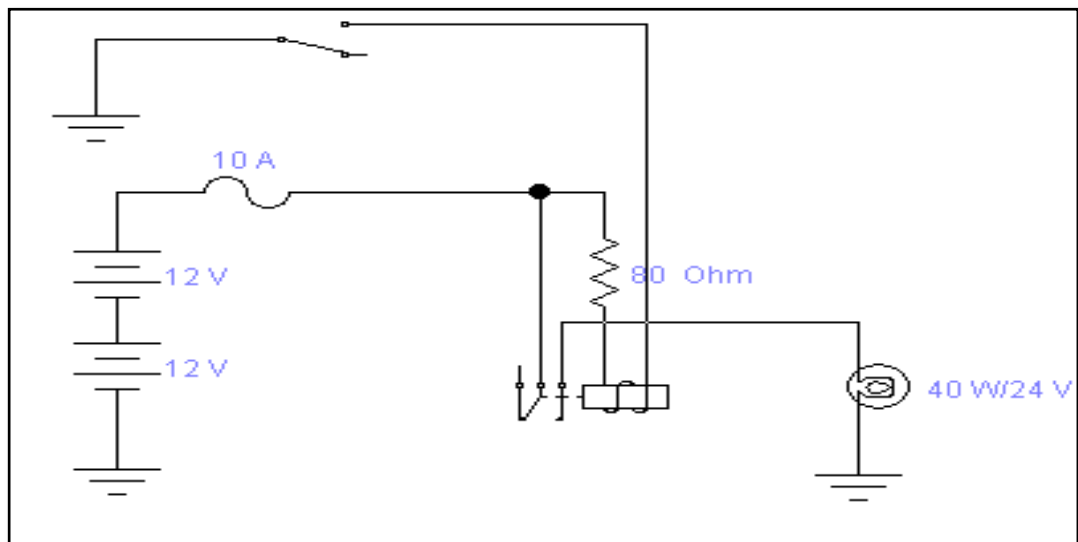


Figura 75. Diseño de circuito de lámpara de cabina

Luces de lectura.- Las luces de lectura son activadas por el conductor, pero son controladas por cada pasajero. Por lo cual estas luces no se encienden todas simultáneamente. En la figura 76 se puede observar el diseño del circuito de las luces de lectura.

$$PT = pt1 + pt2 + pt3 \dots + ptn \quad [4.2]$$

$$I = \frac{PT}{V} \quad [4.1]$$

$$PT = 42 * 5W$$

$$I = \frac{210w}{24V}$$

$$PT = 210[W]$$

$$I_8 = 8,75 [A]$$

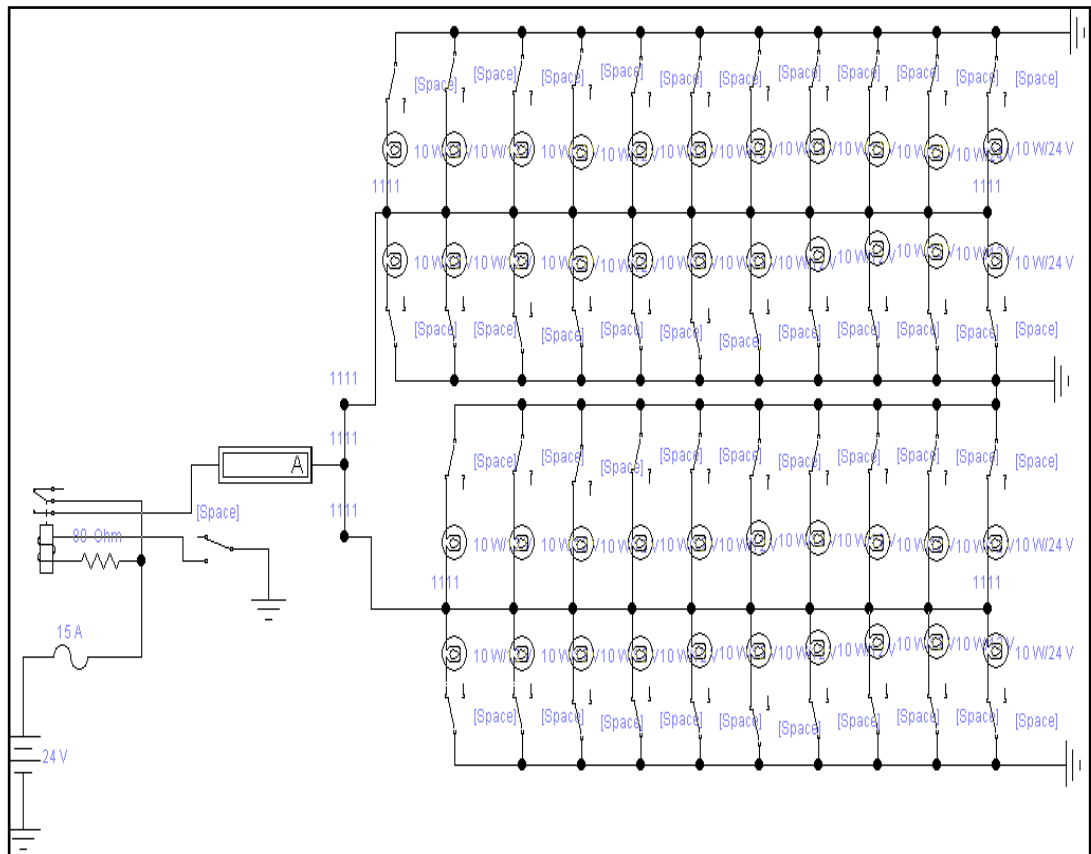


Figura 76. Diseño de circuito de luces de lectura ubicación por asiento

Luces de números de asientos.- Van ubicadas en los costados de las canastillas. Se utilizan focos incandescentes o luces led, con un consumo mínimo de vatiaje que se encuentra alrededor de los 5 vatios por luna. En la figura 77 se puede observar el diseño de este circuito.

$$PT = pt1 + pt2 + pt3 \dots + ptn \quad [4.2] \qquad I = \frac{PT}{V} \quad [4.1]$$

$$PT = 21 * 5W \qquad I = \frac{105w}{24V}$$

$$PT = 105[W] \qquad I_9 = 4,37 [A]$$

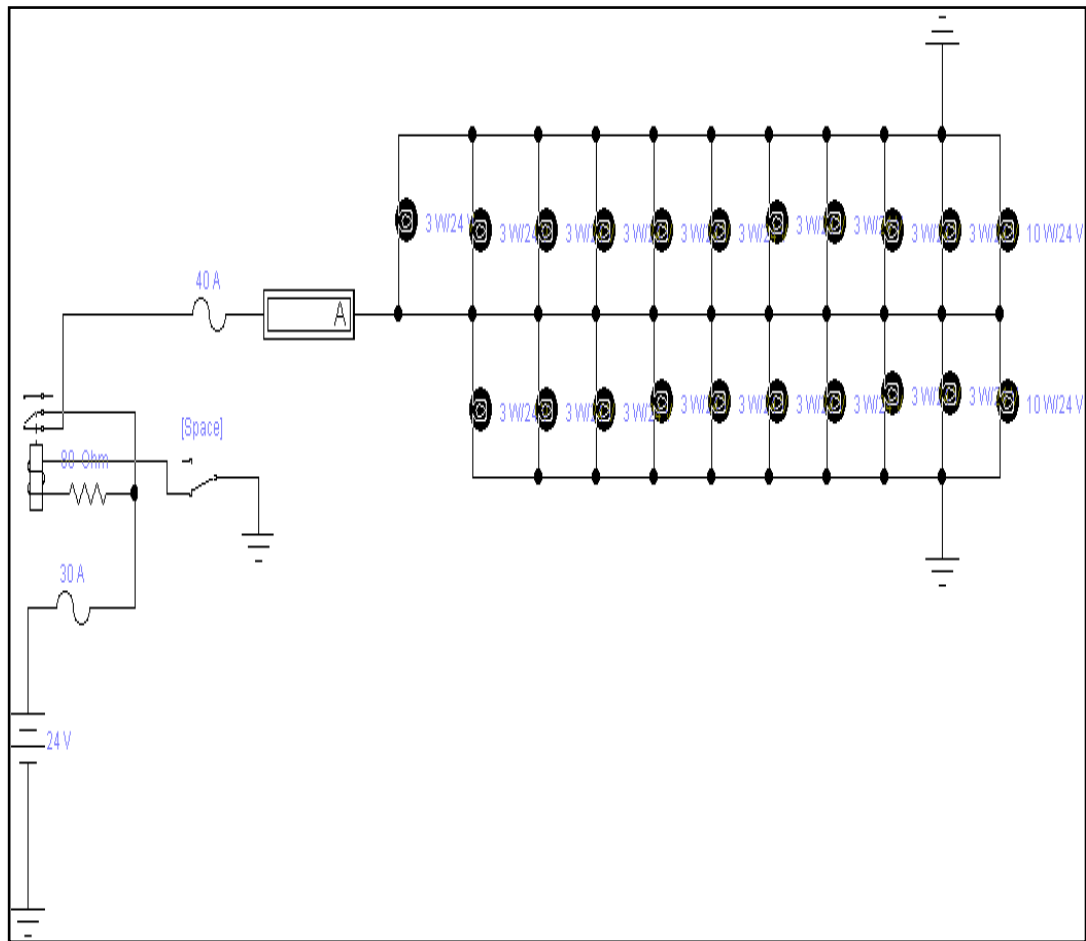


Figura 77. Diseño de circuito de luces números de asientos

Luces de pasillo.- Se utilizan focos de 5 vatios y se ubican bajo los asientos, estas luces pasan encendidas en la noche durante todo el recorrido. En la figura 78 se puede observar el diseño del circuito.

$$PT = pt1 + pt2 + pt3 \dots + ptn \quad [4.2] \quad I = \frac{PT}{V} \quad [4.2]$$

$$PT = 14 * 5W \quad I = \frac{70w}{24V}$$

$$PT = 70[W] \quad I_{10} = 2,91 [A]$$

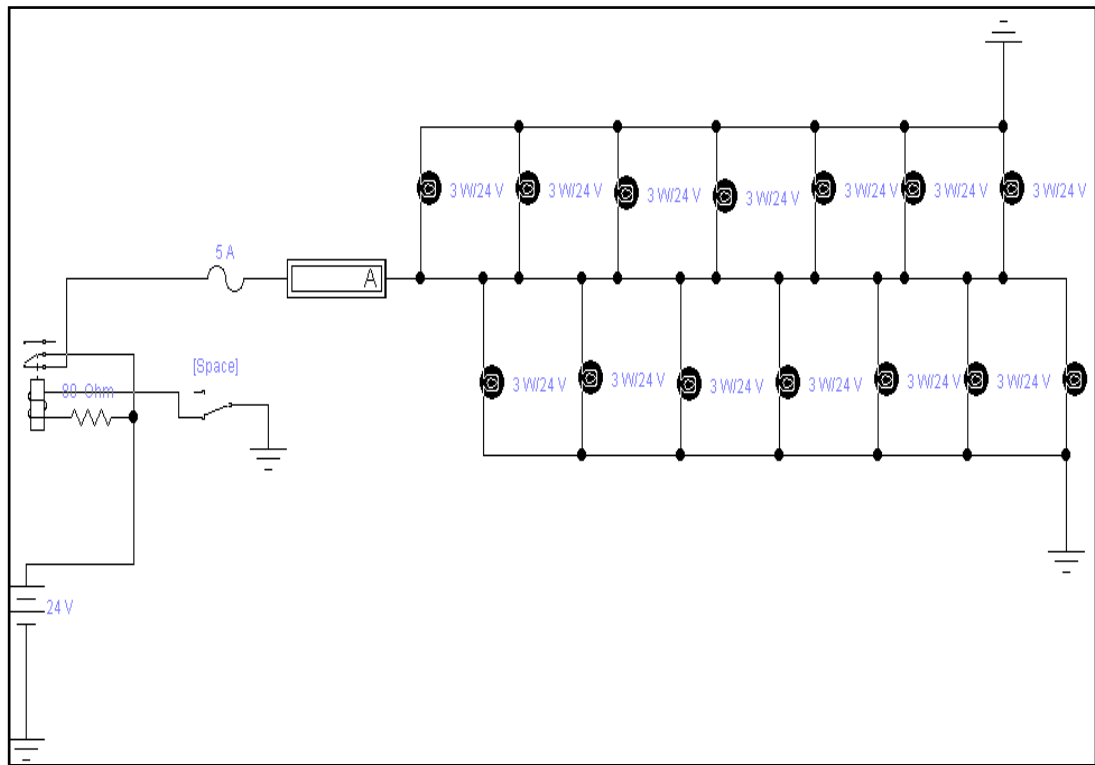


Figura 78. Diseño de circuito de luces de pasillo

Inversor de voltaje para accesorios de 12V.- Es necesario para evitar el desgaste desigual y prematuro de las baterías. En el caso de los buses interprovinciales es necesaria la utilización de dos inversores de voltaje debido a que se tiene un radio/cd y un radio/DVD, cada inversor puede alimentar a un accesorio de hasta máximo 10 A de consumo. Otra opción es la utilización de equipos diseñados para 24 V. En la figura 79 se puede observar el diseño del circuito del inversor de voltaje.

Circuito inversor de radio

$$PT = V \cdot I \quad [4.1]$$

$$I = 10A * 2$$

$$PT = 24V * 10A$$

$$I_{11} = 20[A]$$

$$PT = 240[W]$$

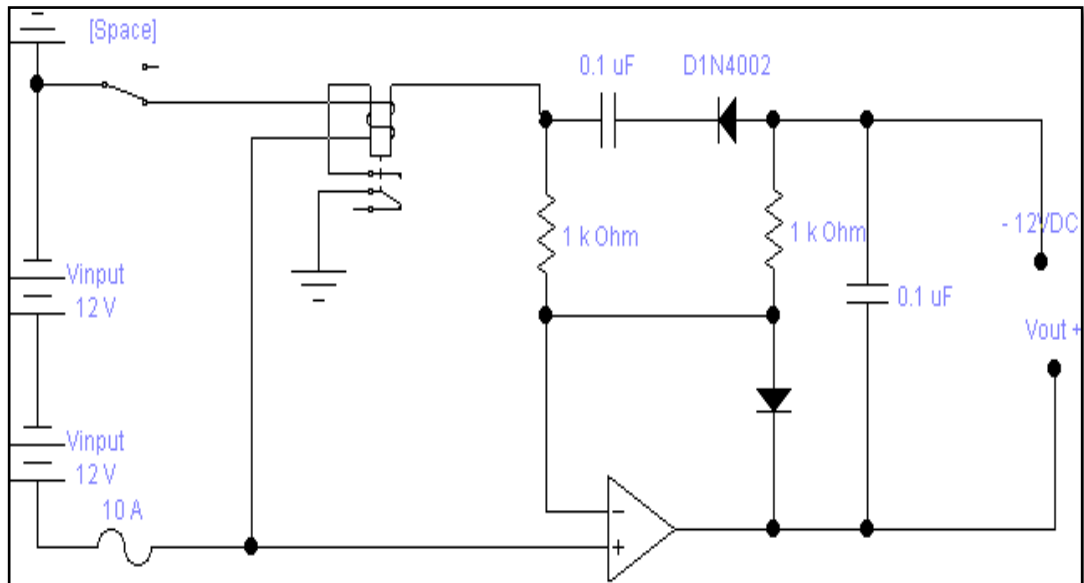


Figura 79. Diseño de circuito inversor de voltaje

Amplificador de audio para DVD.- Cada unidad de transporte lleva equipado un sistema de amplificación de audio para obtener una definición de audio aceptable. El consumo de corriente de este depende del tipo de amplificador que se coloque, para este documento se toma como referencia un amplificador diseñado específicamente para buses de transporte de pasajeros con un consumo de 80W máximo a 24V. En la figura 80 se puede observar la conexión del circuito amplificador.

$$I = \frac{PT}{V} \quad [4.1]$$

$$I = \frac{80w}{24V}$$

$$I_{12} = 3,33 [A]$$

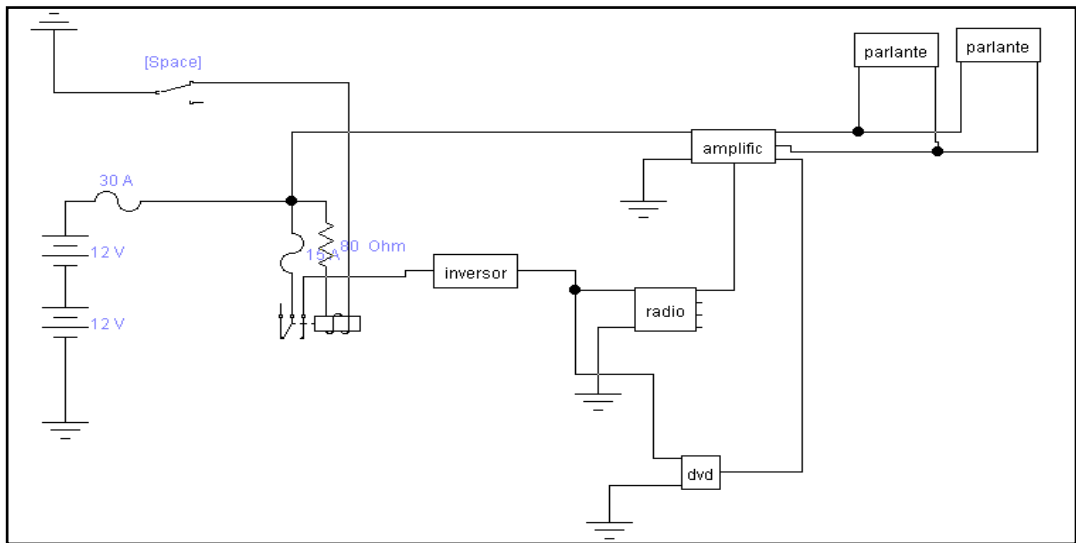


Figura 80. Diseño de Circuito amplificador de audio

Pantallas de video.- Cada unidad de transporte interprovincial incorpora dos pantallas de 24 V con un consumo aproximado de 160 W. En la figura 81 se muestra la conexión de las pantallas para bus. (Características de la pantalla ver anexo 8)

$$I = \frac{PT}{V} \quad [4.1]$$

$$I = \frac{320w}{24V}$$

$$I_{13} = 13,33 [A]$$

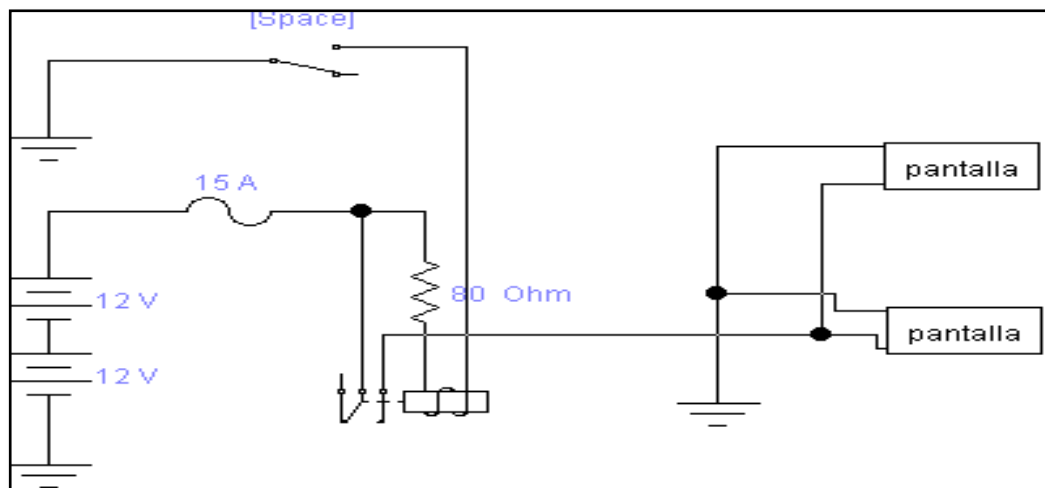


Figura 81. Diseño de circuito de pantallas

Luces de bodega.- Las unidades de transporte interprovinciales pueden constar de 6 focos de 24V y de 21W para la iluminación del habitáculos de equipajes o bodegas. En la figura 82 se muestra el diseño del circuito de estas luces.

$$PT = pt1 + pt2 + pt3 \dots + ptn \quad [4.2] \quad I = \frac{PT}{V} \quad [4.1]$$

$$PT = 21W * 6 \quad I = \frac{126w}{24V}$$

$$PT = 126[W] \quad I_{14} = 5,25 [A]$$

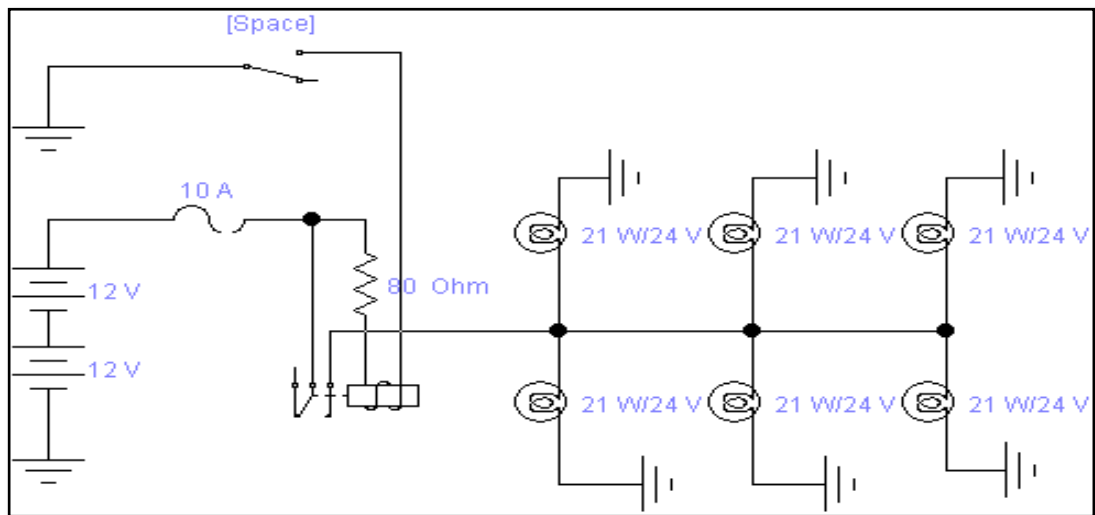


Figura 82. Luces de bodega

Luces y extractor de baño.- El baño cuenta con un sistema de iluminación con lámpara fluorescente de hasta 40 W a 24 V, además de un sistema de extracción de aire el cual consta de un motor que consume 10 A a 24 V. En la figura 83 se muestra el diseño de conexión de los accesorios de este sistema.

$$I_{\text{lámpara}} = \frac{PT}{V} \quad [4.1] \quad I = I_{\text{lámpara}} + I_{\text{motor}} \quad [4.3]$$

$$I_{\text{lámpara}} = \frac{40W}{24V} \quad I = 1,66 A + 10A$$

$$I_{\text{lámpara}} = 1,66 [A] \quad I_{15} = 11,66 [A]$$

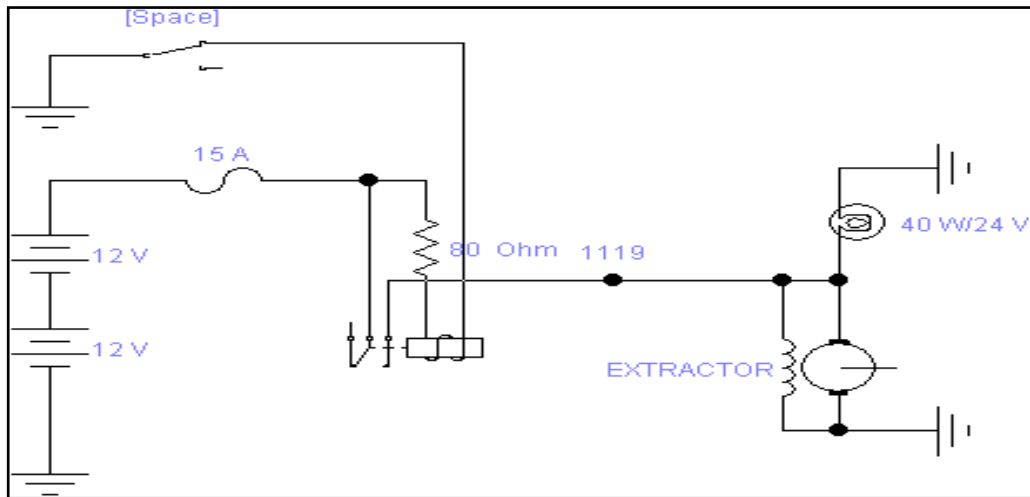


Figura 83. Diseño de circuito de luces y extractor baño

Conexión de soplador antivaho desempañador.- El desempañador del mercado nacional tiene un consumo de corriente aproximadamente de 10 A, por lo que se asume que el amperaje que estaría soportando este circuito es de 15 A. En la figura 84 se puede observar el diseño del circuito del desempañador.

$$P = I * V \quad [4.1]$$

$$P = 15 A * 24V \quad I_{16} = 15 [A].$$

$$P = 360[W]$$

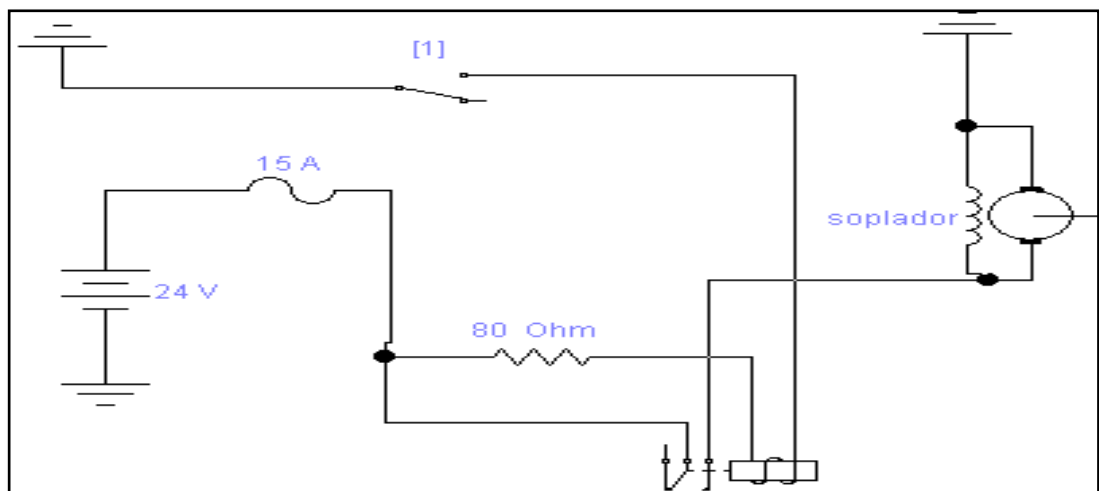


Figura 84: Diseño de circuito de motor soplador antivaho

Conexiones opcionales para accesorios.- Cada carrocería para bus, debe llevar por lo menos una conexión adicional con todo el sistema de circuito eléctrico. En la figura 85 se muestra la conexión del sistema con la salida opcional para accesorio.

$$PT = V.I \quad [4.1] \quad I_{17} = 10[A]$$

$$PT = 24V * 10 A$$

$$PT = 240[W]$$

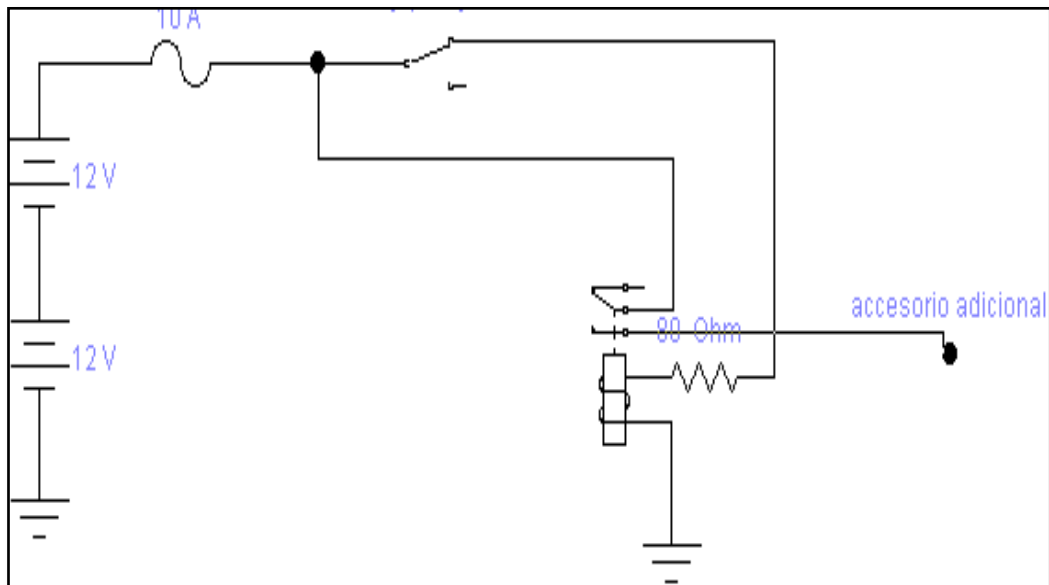


Figura 85. Diseño de circuito de conexión adicional accesorios 10 A Max.

Consumo de corriente total de la carrocería.- El consumo total de la carrocería se obtiene de la suma de todas las corrientes parciales determinadas por los accesorios. Es necesario saber el consumo de corriente total de la carrocería para supervisar que no sobrepase la carga que proporcionan la batería y el alternador. Para obtener el consumo total se aplica la formula [4.3]. En la tabla 4 se puede observar la sumatoria de las corrientes parciales.

Tabla 4. Suma de consumo de corrientes parciales de carrocería.

NUMERO INTESIDAD	VALOR DE CONSUMO [A]
I_1	4,16 [A]
I_2	8,33 [A]
I_3	10,00 [A]
I_4	3,50 [A]
I_5	8,33 [A]
I_6	8,33 [A]
I_7	1,66 [A]
I_8	8,75 [A]
I_9	4,37 [A]
I_{10}	2,91 [A]
I_{11}	20,00 [A]
I_{12}	3,33 [A]
I_{13}	13,33 [A]
I_{14}	5,25 [A]
I_{15}	11,66 [A]
I_{16}	15,00 [A]
I_{17}	10,00 [A]
$I_{T_{CARROCERIA}}$	138,91 [A]

El consumo total de los accesorios de la carrocería es de 138,91 A esto en el caso hipotético de que se hagan funcionar todos los accesorios de la carrocería al mismo tiempo o consumo crítico. En este vehículo se incorpora dos baterías en serie de 165Ah, por lo que este consumo está acorde con los dispositivos.

Esquema del circuito de toda la carrocería de bus con cableado completo.- En la figura 86 se puede observar el diseño del circuito eléctrico lógico de los interruptores y relés de la carrocería para interprovincial. (Diagrama completo del diseño ver anexo 9)

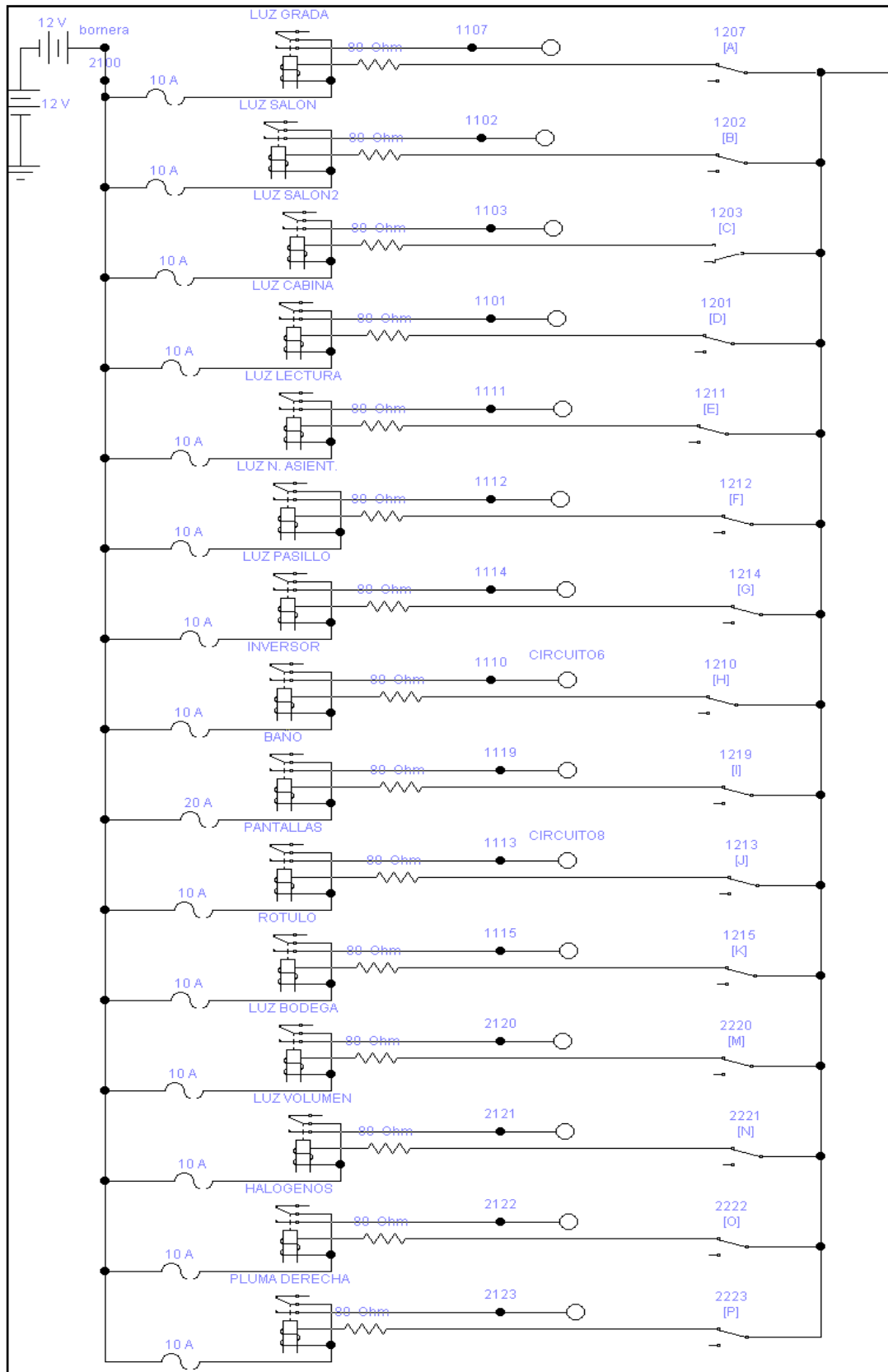


Figura 86. Circuito eléctrico lógico de carrocería bus interprovincial

4.2.3.4. Sistema de cableado eléctrico para accesorios de aire acondicionado

El sistema de cableado eléctrico para el sistema de aire acondicionado es un conjunto independiente, provisto de su propia fuente generadora de corriente, panel de control y mandos de activación y control. Los mandos son de bajo consumo y son controlados por las baterías del chasis.

De acuerdo a las especificaciones técnicas del equipo de Aire Acondicionado el consumo máximo aproximado es de 100 A con una tensión de 24 V. Generados por el alternador adicional del equipo de aire acondicionado. En la figura 87 se puede observar el esquema eléctrico del sistema de aire acondicionado de la marca climabuss.

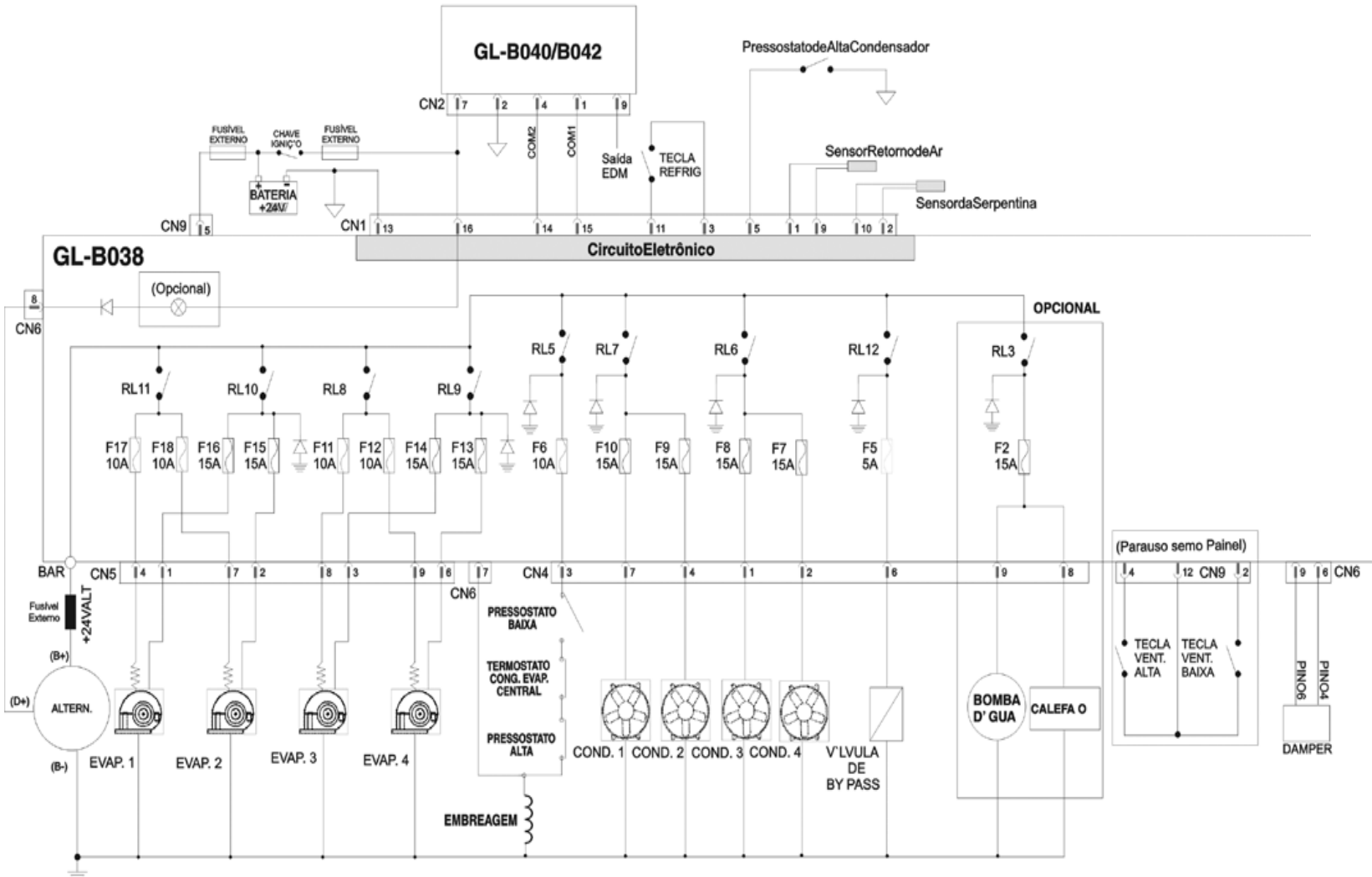


Figura 87. Esquema de circuito eléctrico de sistema de aire acondicionado
 (Manual de Instruções, Aire Acondicionado para Ómnibus climabuss, 2012)

4.2.4. DISEÑO DE CIRCUITOS Y CÁLCULOS DE CONSUMO DE CORRIENTES PARA MICROBUS

Es importante destacar que al país ingresan tres marcas principales de chasis para mini bus de transporte de pasajeros que cumple con las normas INEN establecidas. El chasis más acogido por los propietarios de microbuses es el Volksbus 9-150 de la marca Volkswagen, seguido de Agrale (hibrido de Volkswagen y Mercedes Benz), y el Chevrolet NPR. La importancia de mencionar estos chasis se debe, a que los dos primeros, Volkswagen y Agrale, llevan montado el sistema eléctrico que es alimentado con una tensión de 12 V, y el minibús Chevrolet trabaja con una tensión de 24 V. Por lo cual para el micro buses de 24 V, se pueden tomar como referencia los cálculos de consumo de corrientes para bus. En la figura 88 muestra el micro bus de transporte de pasajeros.



Figura 88. Microbús

(QUE BARATO!, 2012)

Luces y accesorios principales del chasis.- Las luces principales son aquellas que vienen ya montadas en el chasis y todo bus los posee, por ende esta explicación es tomada en cuenta tanto para buses urbanos como para buses interprovinciales. Este sistema consta de las instalaciones, conmutadores y fusibles diseñados para soportar un máximo de vatiaje establecido por el fabricante del chasis, y son controlados de manera segura por el conductor.

El fabricante de carrocería debe respetar estas instalaciones. No modificar por ningún motivo las conexiones y solo debería encargarse de escoger y colocar el tipo y modelo de faros con los cuales se haya realizado el diseño de la carrocería.

Sistema principal de luces.- Las luces principales son controladas por un conmutador cerebro, el cual está diseñado para trabajar y controlar las luces en tres tiempos:

- Primer tiempo apagado
- Segundo tiempo luces de posición delanteras, laterales, posteriores y luz de placa.
- Tercer tiempo luces intensas baja/alta.

Luces de posición delantera y posterior.- En un vehículo de cuatro ruedas de acuerdo a la norma INEN 1155, debe llevar de dos a cuatro luces de posición por lado. Estos focos son de 10 vatios cada uno.

$$PT = p_1 + p_2 \quad [4.2]$$

$$PT = (4 * 10) + (4 * 10)$$

$$PT = 80[W]$$

$$I = \frac{PT}{V} \quad [4.1]$$

$$I = \frac{80W}{12V}$$

$$I_1 = 6.66[A]$$

Luz posición lateral y placa.- Son controladas por el conmutador de las luces de posición, de acuerdo a la norma INEN1155, el vehículo debe contar con tres luces laterales por lado, y una lámpara para iluminación de placa.

$$PT = p_1 + p_2 + p_3 \quad [4.2]$$

$$PT = (3 * 10) + (3 * 10) + (2 * 10)$$

$$PT = 80 [W]$$

$$I = \frac{PT}{V} \quad [4.1]$$

$$I = \frac{80W}{12V}$$

$$I_2 = 6.66 [A]$$

Luces intensas bajas.- El sistema de cableado eléctrico y los elementos de control de las luces altas están diseñados para soportar un halógeno de 55 W a 12 V por cada lado.

$$PT = p_1 + p_2 \quad [4.2]$$

$$I = \frac{PT}{V} \quad [4.1]$$

$$PT = 55W + 55W$$

$$I = \frac{110w}{12V}$$

$$PT = 110 [W]$$

$$I_3 = 9,16 [A]$$

Luces intensas altas.- El sistema de cableado eléctrico y los elementos de control de las luces altas están diseñados para soportar un halógeno de 60 W 12 V por cada lado.

$$PT = p_1 + p_2 \quad [4.2]$$

$$I = \frac{PT}{V} \quad [4.1]$$

$$PT = 60W + 60W$$

$$I = \frac{120w}{12V}$$

$$PT = 120 [W]$$

$$I_4 = 10 [A]$$

La luz alta y baja es controlada por otro dispositivo que recibe la señal del conmutador al encender las luces. Este dispositivo es un relevador que por movimiento mecánico de una palanca hace el cambio de la luz baja a la luz alta como se muestra en la figura 89.

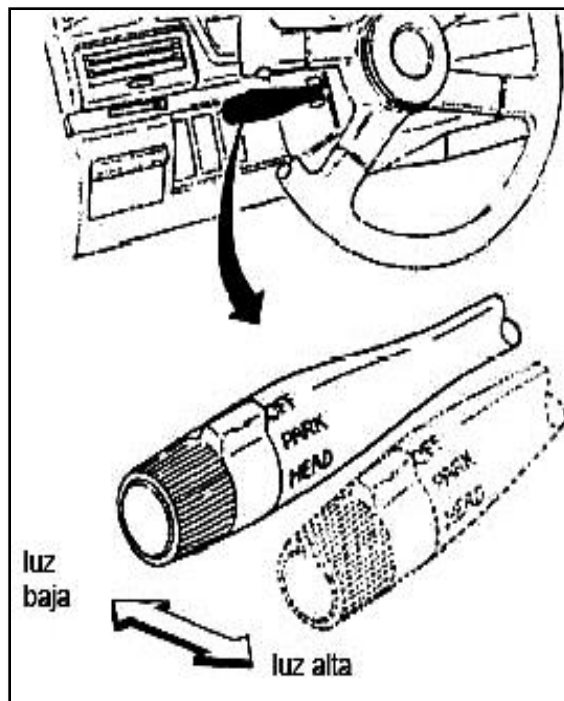


Figura89. Cambio de luces
(Electricidad del automovil, 2010)

Luz indicadora de dirección o direccional.- De igual forma este circuito viene implementado en el chasis, cantidad de luces depende del tipo de flasher que disponga el chasis. Comúnmente en los chasis se encuentra un flasher con la siguiente demonización:

$$P_t = 21w (3+3) \text{ a } 12V$$

De donde:

P_t= Potencia total que puede soportar el flasher.

(3+3)= Indica la cantidad de focos total que se puede utilizar por lado.

21W= Vatiaje máximo que debe tener cada foco colocado.

12V= Tensión de voltaje a la que trabaja el flasher

Donde la potencia total que soporta el flasher es de tres focos de 21W del lado derecho más tres focos de 21 W del lado izquierdo a 12 V. Por lo que el consumo de corriente seria:

$$PT = p_1 + p_2 \quad [4.2]$$

$$I = \frac{PT}{V} \quad [4.1]$$

$$PT = (3 * 21) + (3 * 21)$$

$$I = \frac{126w}{12V}$$

$$PT = 126[W]$$

$$I_5 = 10,5 [A]$$

Luces de freno.- Las instalaciones de este sistema eléctrico son montadas por el fabricante del chasis, el cual es controlado por un interruptor colocado en el pedal de freno. Está diseñado para soportar hasta 4 focos de 21 W.

$$PT = p_1 + p_2 \quad [4.2]$$

$$I = \frac{PT}{V} \quad [4.1]$$

$$PT = (2 * 21) + (2 * 21)$$

$$I = \frac{84w}{12V}$$

$$PT = 84 [W]$$

$$I_6 = 7 [A]$$

Luces de retro.- Este sistema funciona con un conmutador accionado mecánicamente al colocar la marcha atrás del vehículo. De acuerdo a la norma INEN 1155 el vehículo debe llevar 2 luces indicadoras en la parte posterior, una por lado, adicionalmente debe incorporar una sirena de alerta.

$$PT = p_1 + p_2 + p_3 \quad [4.2]$$

$$I = \frac{PT}{V} \quad [4.1]$$

$$PT = 21 + 21 + 25$$

$$I = \frac{67W}{12V}$$

$$PT = 67[W]$$

$$I_7 = 5,58 [A]$$

Pluma limpia parabrisas del lado del conductor.- La conexión viene instalada en el chasis con su respectivo dispositivo de accionamiento y accesorio.

$$PT = V.I \quad [4.1]$$

$$I_8 = 15 [A]$$

$$PT = 12V * 15 A$$

$$PT = 180 [W]$$

Conexión de pito.- Esta conexión también viene determinada en la fabricación del chasis, por lo cual no se debe realizar ningún tipo de modificación en la misma.

$$PT = V.I \quad [4.1]$$

$$I_9 = 10 [A]$$

$$PT = 12V * 10 A$$

$$PT = 120 [W]$$

Consumo de corriente total del chasis.- El consumo de corriente determinado en este análisis, fue tomado con base en los accesorios mínimos de iluminación principal determinados por la norma técnica 1155. Para obtener la sumatoria total se aplica la fórmula [4.3]. En la tabla 5 se puede observar la sumatoria de las corrientes parciales del chasis.

Tabla 5. Suma de consumo de corrientes parciales de chasis.

Numero Intensidad	Valor de consumo [A]
I_1	6,66 [A]
I_2	6,66 [A]
I_3	9,16 [A]
I_4	10,00 [A]
I_5	10,50 [A]
I_6	7,00 [A]
I_7	5,59 [A]
I_8	15,00 [A]
I_9	10,00 [A]
I_{CHASIS}	73,56 [A]

4.2.4.1. Cálculo de consumo de corriente y diseño de circuito de luces secundarias y accesorios de carrocería para Microbús con cableado simple

Estas luces se las puede denominar secundarias, porque su sistema de cableado eléctrico es diseñado, fabricado y montado por la empresa carrocera. Además de estar controladas por un conmutador independiente al resto de luces. La cantidad de accesorios dispuestos para este diseño fueron tomados a de las norma INEN 1155 y norma INEN 2205 del reglamento técnico ecuatoriano vigente.

Accesorios exteriores.

Luces de volumen.- El mini bus urbano de 9000mm consta de 10 lámparas con focos de 5 W a 12 V por cada mitad del techo exterior, en la figura 90 se muestra el diseño de conexión de estas lámparas. El consumo de corriente de este sistema sería de:

$$PT = p_1 + p_2 + p_3 + \dots + p_{10} \quad [4.2]$$

$$I = \frac{PT}{V} \quad [4.1]$$

$$PT = 20 * 5 W$$

$$I = \frac{100w}{12V}$$

$$PT = 100 [W]$$

$$I_1 = 8,33 [A]$$

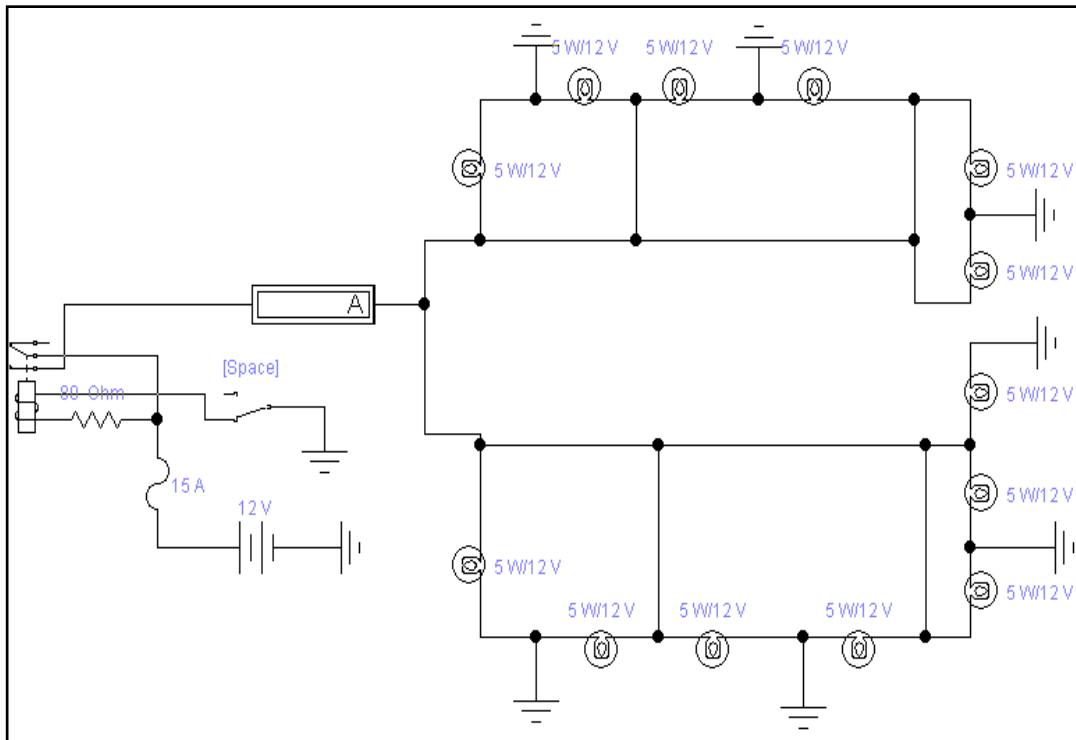


Figura 90. Diseño de circuito de luces de volumen

Luces halógenos neblineros o antiniebla.- La carrocería de minibús consta de dos luces neblineros en el guardachoque delantero de 100 W. En la figura 91 se puede observar el diseño de la conexión de los halógenos. El consumo de corriente de este sistema se termina por:

$$PT = p_1 + p_2 \quad [4.2]$$

$$I = \frac{PT}{V} \quad [4.1]$$

$$PT = 2 * 100W$$

$$I = \frac{200w}{12V}$$

$$PT = 200[W]$$

$$I_2 = 16,6 [A]$$

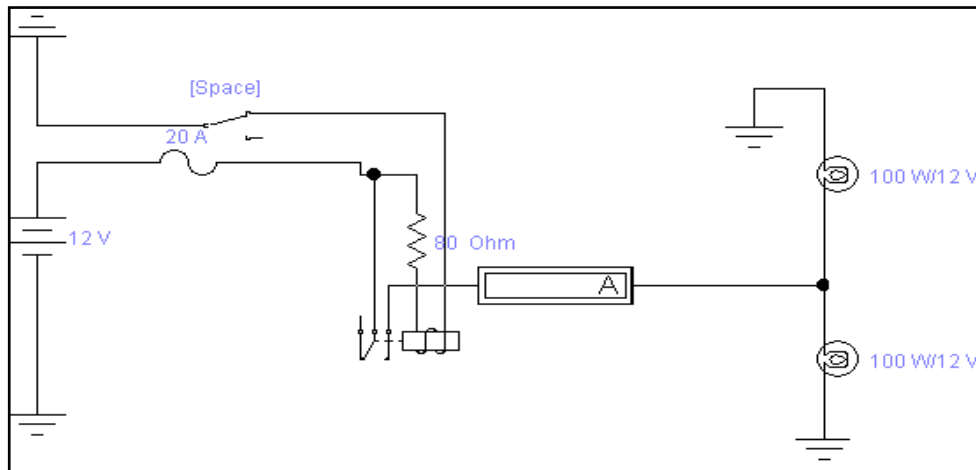


Figura 91. Diseño de circuito de luces halógenos o neblineros

Conexión motor de plumas lado derecho.- Cada chasis de minibús consta solo con el sistema eléctrico de limpiaparabrisas del lado izquierdo, por lo que en la fabricación de la carrocería se añade el circuito del lado derecho. Y consta de un motor de plumas que consume 10 A para vencer la inercia y presión que ejercen las plumas en el parabrisas. En la figura 92 se puede observar el diseño del circuito del motor de plumas.

$$PT = V.I \quad [4.1]$$

$$PT = 12V * 10 A \quad I_3 = 10 [A]$$

$$PT = 120[W]$$

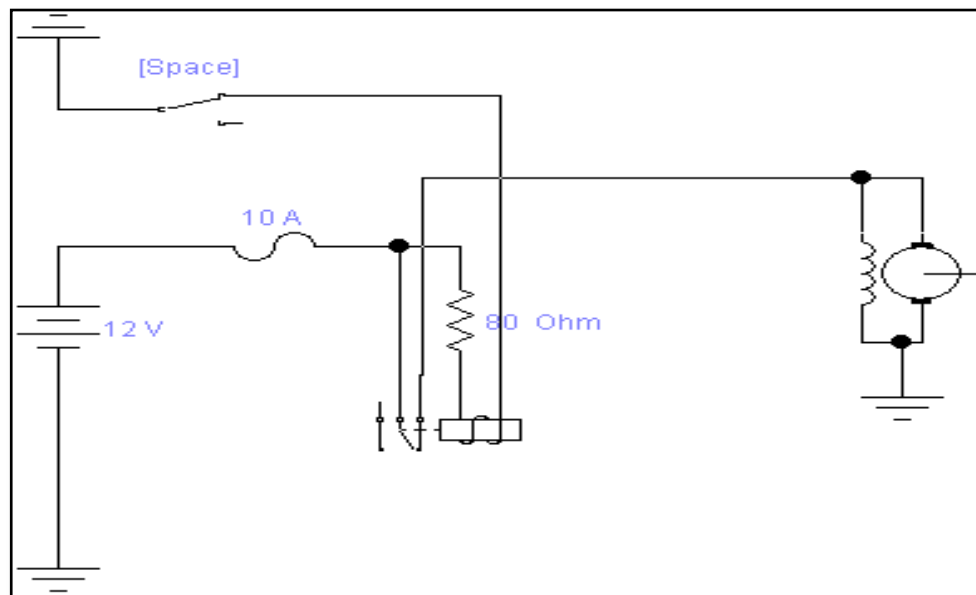


Figura 92. Diseño del circuito de conexión motor de plumas

Accesorios interiores

Luces graderíos.- Se pueden utilizar focos o lámparas desde los 5 W hasta los 21 W. En la figura 93 se puede observar el diseño propuesto para este sistema.

$$PT = p1 + p2 \quad [4.2]$$

$$I = \frac{PT}{V} \quad [4.1]$$

$$PT = 21 + 21w$$

$$I = \frac{42w}{12V}$$

$$PT = 42w$$

$$I_4 = 3.5Amp$$

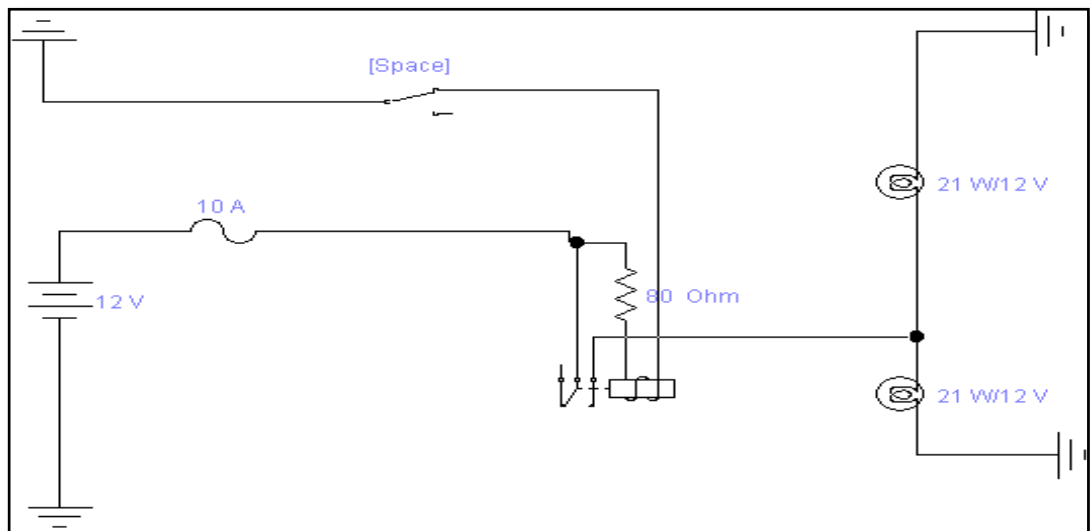


Figura 93. Diseño de circuito lámparas graderíos

Luces de salón.- El sistema eléctrico de las luces interiores de salón puede costar hasta con 8 lámparas, controladas por dos circuitos independientes. Y con un vatiaje máximo de 30 W por lámpara. En la figura 94 se puede observar el diseño propuesto para este circuito.

Circuito iluminación de salón A

$$PT = p1 + p2 + \dots + p4 \quad [4.2]$$

$$I = \frac{PT}{V} \quad [4.1]$$

$$PT = 4 * 30W$$

$$I = \frac{120w}{12V}$$

$$PT = 120[W]$$

$$I_5 = 10 [A]$$

Circuito iluminación de salón B

$$PT = p1 + p2 + \dots + p4 \quad [4.2]$$

$$I = \frac{PT}{V} \quad [4.1]$$

$$PT = 4 * 30W$$

$$I = \frac{200w}{12V}$$

$$PT = 120[W]$$

$$I_6 = 10 [A]$$

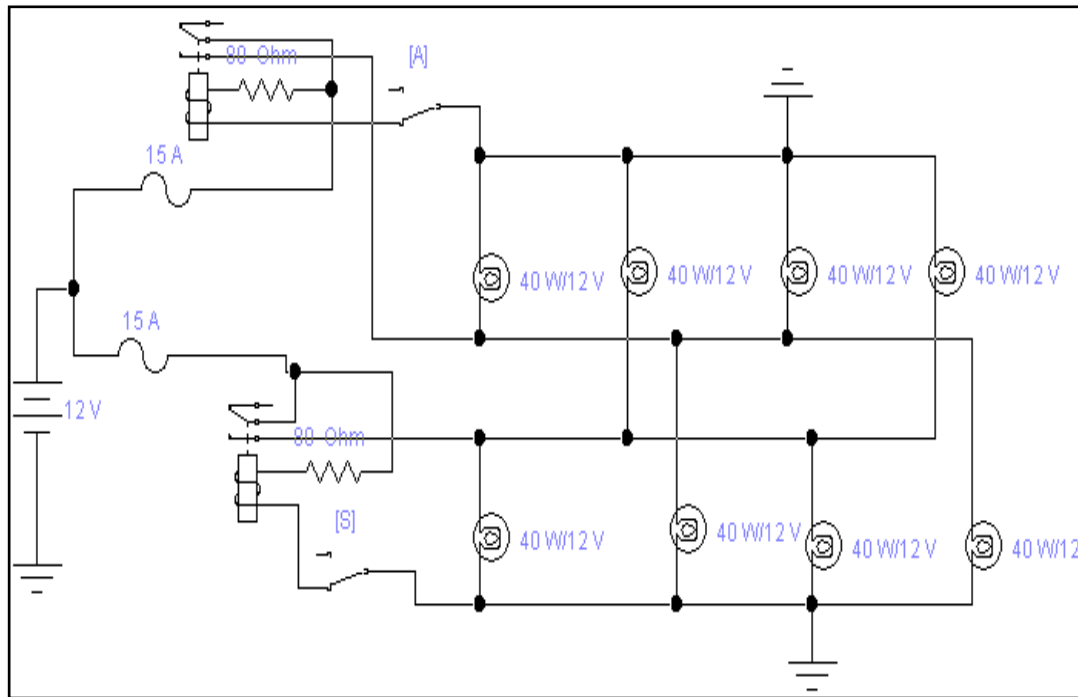


Figura 94. Diseño del circuito de luces de salón

Luz de cabina.- Las luces de cabina pueden ofrecer una potencia de 20 a 40 W, dependiente el diseño de la carrocería. En la figura 95 se puede observar el diseño del circuito de la lámpara de cabina.

$$PT = p1 \quad [4.2]$$

$$I = \frac{PT}{V} \quad [4.1]$$

$$PT = 1 * 40W$$

$$I = \frac{40W}{12V}$$

$$PT = 40[W]$$

$$I_7 = 3,33 [A]$$

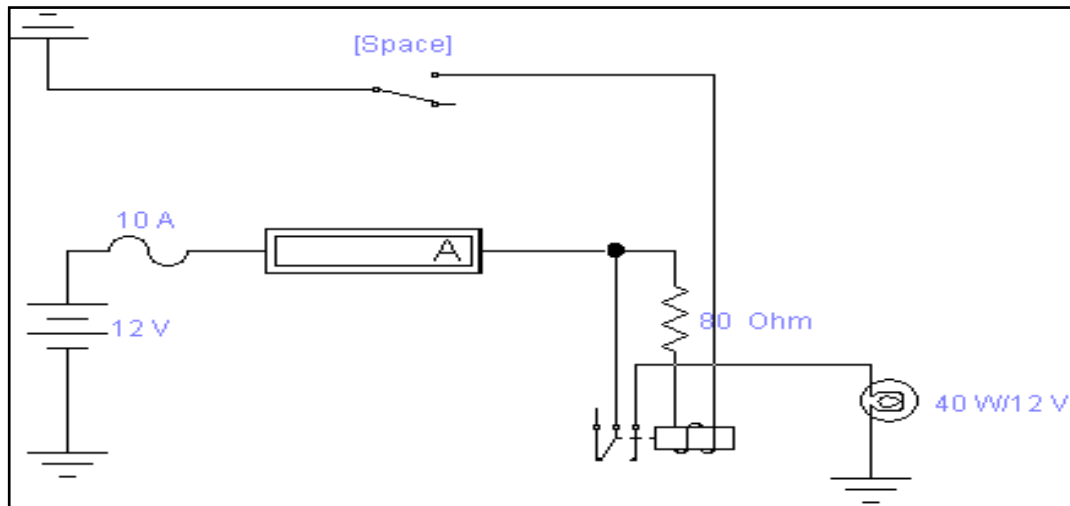


Figura 95. Diseño de circuito luz de cabina

Luz de rotulo.- Depende del diseño de la carrocería del minibús, y consta de una lámpara fluorescente con inversos de hasta 40 W máximo, o como se mencionó anteriormente, puede llevar un rotulo electrónico de similares características de consumo. En la figura 96 se puede observar el diseño del circuito para las luz de rotulo.

$$PT = p1 \quad [4.2]$$

$$PT = 40W$$

$$PT = 40[W]$$

$$I = \frac{PT}{V} \quad [4.1]$$

$$I = \frac{40W}{12V}$$

$$I_8 = 3,33 [A]$$

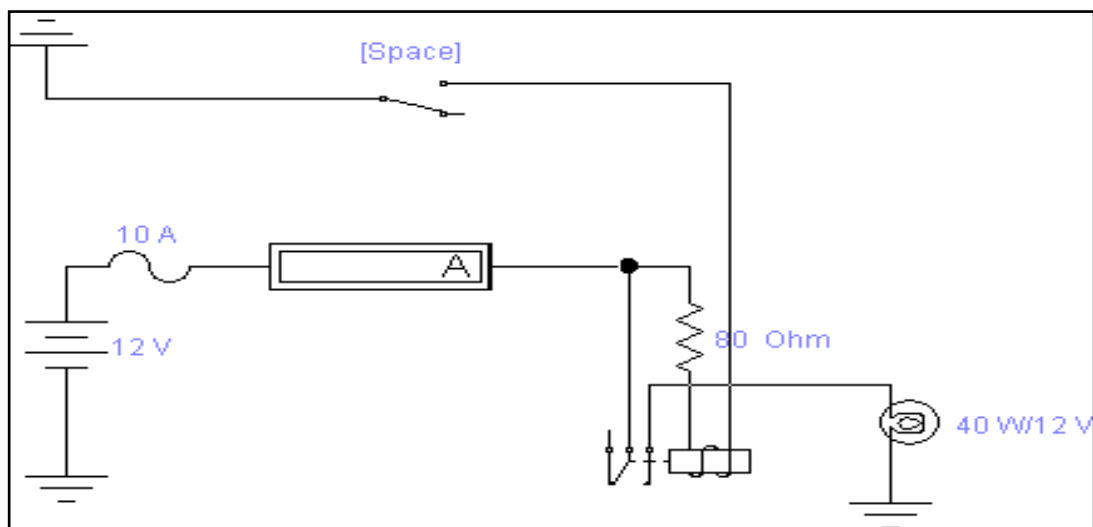


Figura 96. Diseño de circuito luz de rótulo

Conexiones opcionales para accesorios.- Cada carrocería de minibús debe llevar conexiones adicionales para instalar diversos accesorios que el propietario pueda necesitar, en el sistema se ha diseñado un circuito adicional que puede soportar hasta 10 A de consumo continuo. En la figura 97 se observa el diseño del circuito para la conexión opcional.

$$PT = V.I \quad [4.1]$$

$$I_9 = 10 [A]$$

$$PT = 12V * 10 A$$

$$PT = 120[W]$$

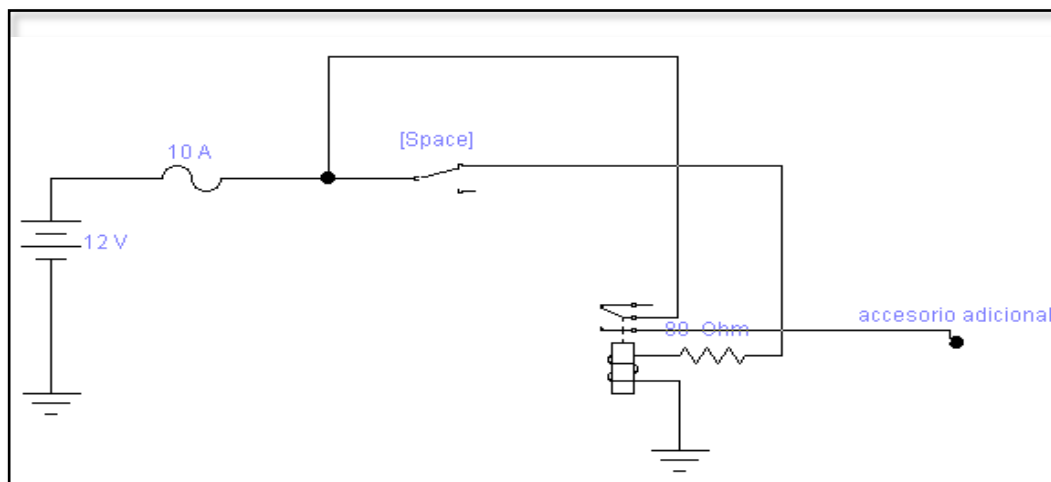


Figura 97: Diseño de circuito de conexión adicional accesorios 10 A Max

Conexión de soplador antivaho desempañador.- Para evitar el empañamiento del parabrisas delantero, el vehículo debe constar de un desempañador o soplador. El consumo de corriente de un motor soplador es de 15 A. En la figura 98 se puede observar el diseño para el circuito del desempañador del parabrisas.

$$P = I * V \quad [4.1]$$

$$P = 15A * 12V \quad I_{10} = 15 [A].$$

$$P = 180[W]$$

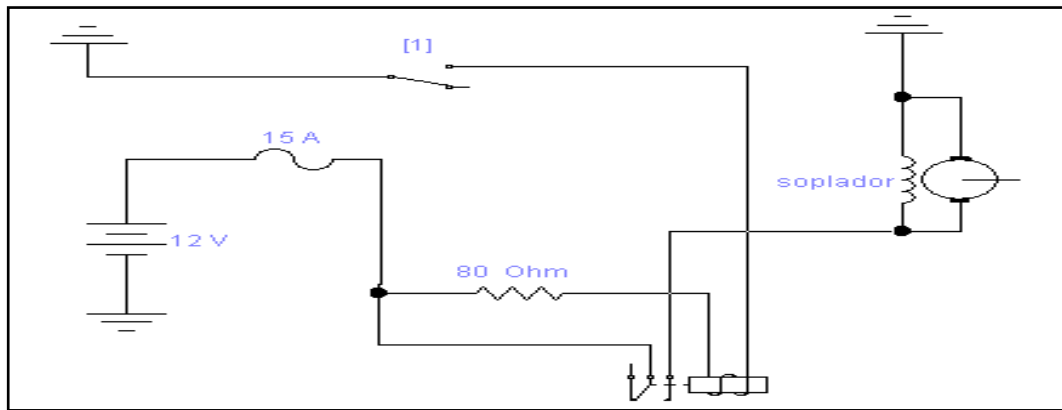


Figura 98. Diseño de circuito del motor soplador antivaho

Consumo de corriente total de la carrocería.- El consumo total de la carrocería se obtiene de la suma de todas las corrientes parciales determinadas por los accesorios. Es necesario saber el consumo de corriente total de la carrocería para supervisar que no sobrepase la carga que proporciona la batería y el alternador. Para determinar este valor se utiliza la fórmula [4.3], en la tabla 6 se muestra la sumatoria de las corrientes parciales.

Tabla 6. Sumatoria de corrientes parciales de la carrocería

Numero de intensidad	Valor de consumo[A]
I_1	8,33 [A]
I_2	16,60 [A]
I_3	10,00 [A]
I_4	3,50 [A]
I_5	10,00 [A]
I_6	10,00 [A]
I_7	3,33 [A]
I_8	3,33 [A]
I_9	10,00 [A]
I_{10}	15,00 [A]
$I_{T_{CARROCERIA}}$	85,09 [A]

En este vehículo se incorpora una batería de 105Ah, por lo cual el consumo total de los accesorios de la carrocería está acorde con los dispositivos de alimentación. El valor obtenido, de 85,09 A, es en el caso de que todos los accesorios estén en funcionamiento en el mismo instante.

Esquema del circuito de toda la carrocería minibús.- En la figura 99 se puede observar el esquema lógico completo de fusibles, relés y salidas de relés hacia los accesorios.

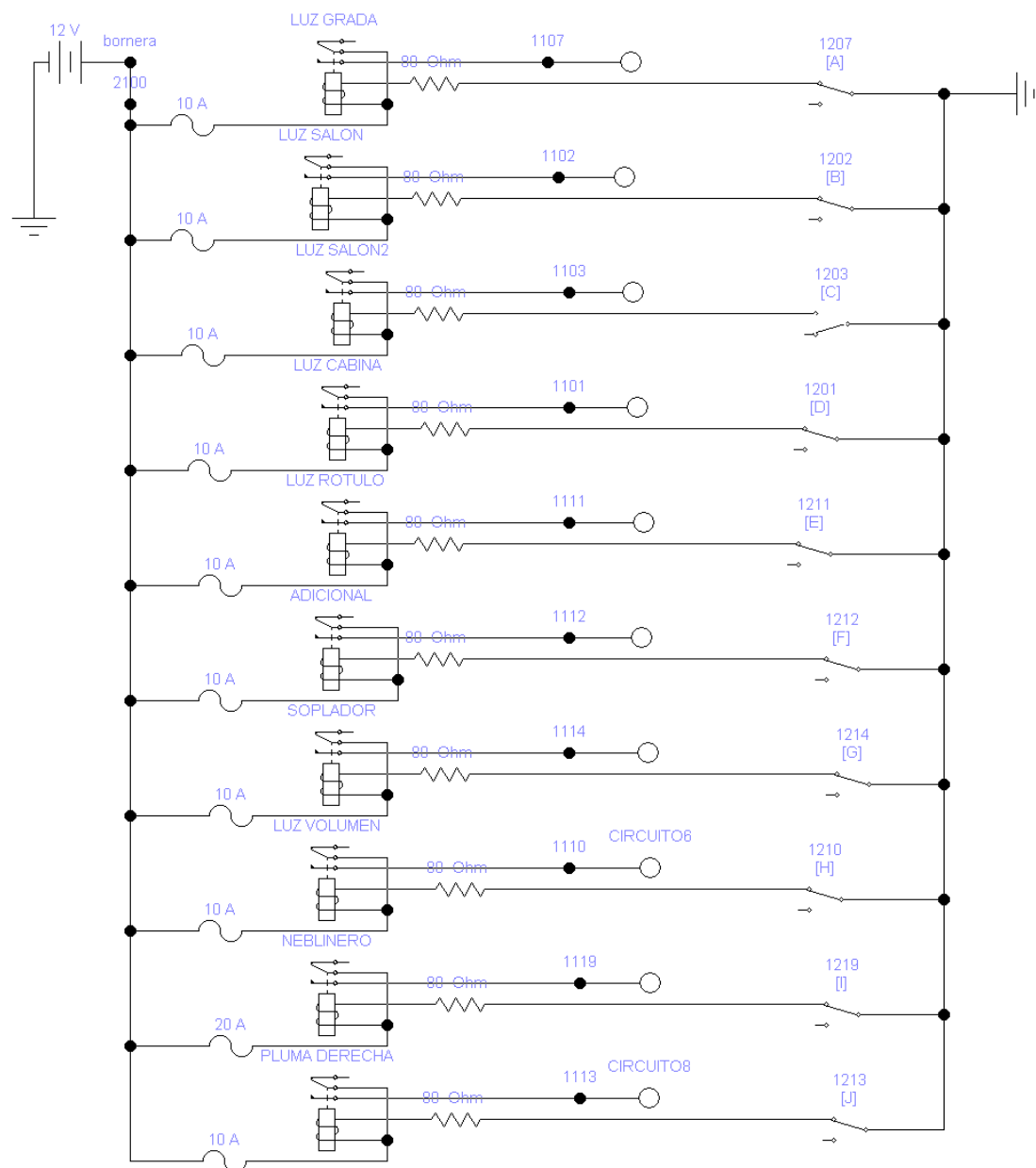


Figura 99. Esquema eléctrico lógico de carrocería de micro bus

4.2.4.2. Cálculo de consumo de corriente y diseño de circuito de luces secundarias y accesorios de carrocería para Microbús con cableado completo

Accesorios exteriores

Luces de volumen.- Se asume la máxima cantidad de lámparas con focos de 5W a 12V por cada lado superior. En la figura 100 se puede observar el diseño del circuito de las luces de volumen.

$$PT = p1 + p2 + p3 + p4 + \dots + pn \quad [4.2] \quad I = \frac{PT}{V} \quad [4.1]$$

$$PT = 20 * 5 W \quad I = \frac{100W}{12V}$$

$$PT = 100[W] \quad I_1 = 8,33 [A]$$

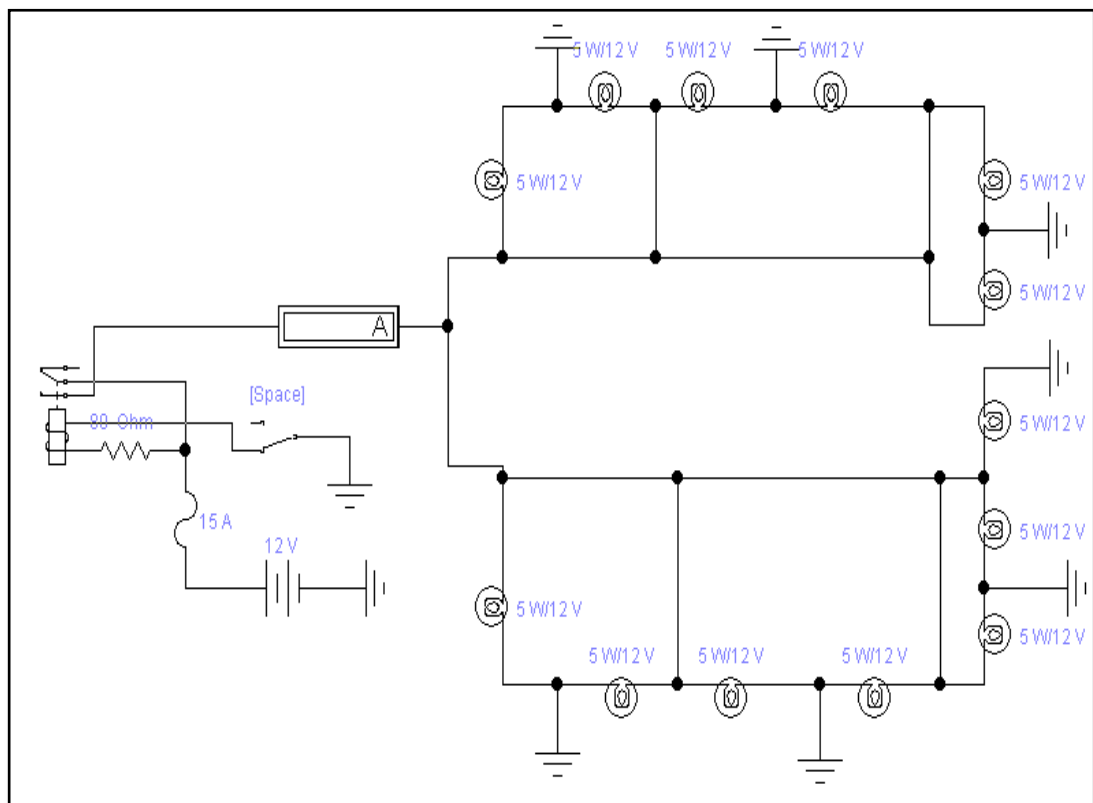


Figura 100. Diseño de circuito de luces de volumen

Luces halógenos neblineros o antiniebla.- La carrocería de minibús urbano consta de dos luces neblineros en el frente del guardachoque, con

una potencia de 100 W. Para obtener el consumo máximo de corriente se toma la potencia máxima a utilizar. En la figura 101 se muestra el diseño del circuito de los halógenos.

$$PT = p1 + p2 \quad [4.2]$$

$$PT = 2 * 100 W$$

$$PT = 110 [W]$$

$$I = \frac{PT}{V} \quad [4.1]$$

$$I = \frac{200W}{12V}$$

$$I_2 = 16.6 [A]$$

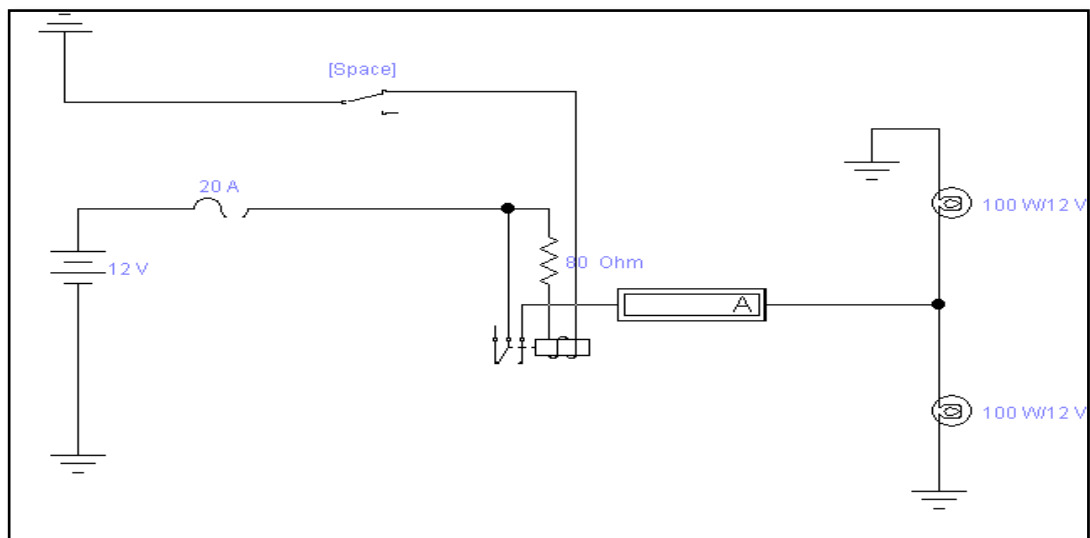


Figura 101. Diseño de circuito de luces halógenos o neblineros

Conexión motor de plumas lado derecho.- Este motor debe ser capaz de vencer la fuerza de rozamiento que ejercen las plumas contra parabrisas, en cualquier condición de funcionamiento. Este motor funciona con una tensión nominal de 12 V y una intensidad de 10 A. En la figura 102 se muestra el diseño de este sistema.

$$PT = I * V \quad [4.1]$$

$$PT = 10 A * 12W$$

$$PT = 120 [W]$$

$$I_3 = 10 [A]$$

Luces de iluminación de salón.- El sistema eléctrico de las luces interiores de salón para un micro bus, puede llevar hasta 4 lámparas por lado con dos circuitos independientes tal como se muestra en la figura 104.

Circuito A iluminación de salón

$$PT = p_1 + p_2 + \dots + p_5 \quad [4.2]$$

$$I = \frac{PT}{V} \quad [4.1]$$

$$PT = 4 * 30W$$

$$I = \frac{120W}{12V}$$

$$PT = 120[W]$$

$$I_5 = 10 [A]$$

Circuito B iluminación de salón

$$PT = p_1 + p_2 + \dots + p_5 \quad [4.2]$$

$$I = \frac{PT}{V} \quad [4.1]$$

$$PT = 4 * 30W$$

$$I = \frac{120w}{12V}$$

$$PT = 120[W]$$

$$I_6 = 10 [A]$$

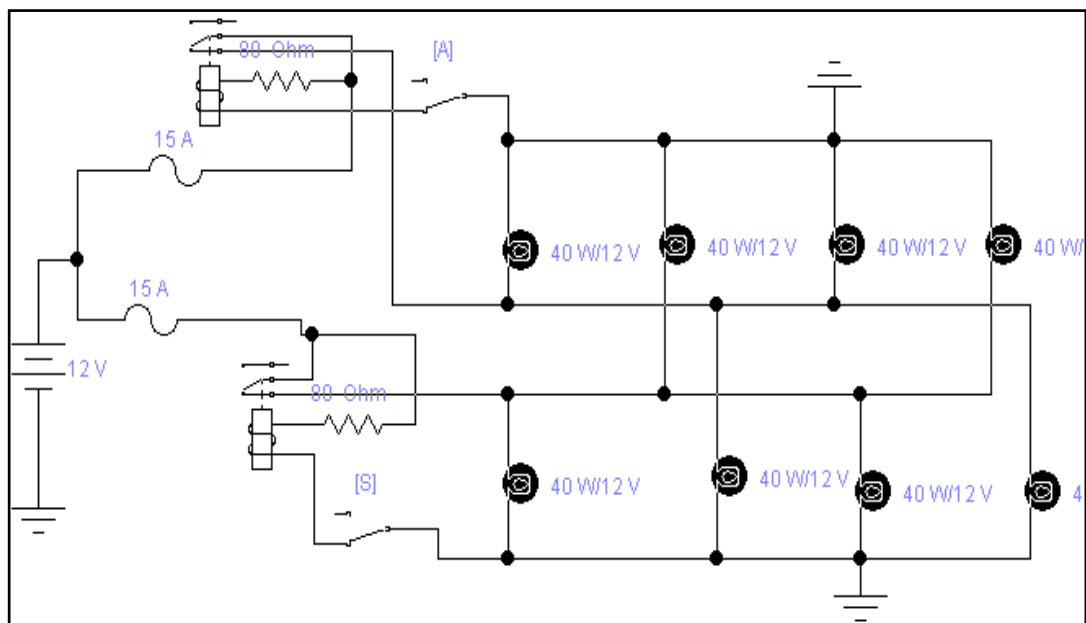


Figura 104. Diseño del circuito de luces de salón

Luz de cabina.- Esta consta de una lámpara de 12 V y hasta 40 W, tal como se muestra el diseño en la figura 105.

$$PT = p1 \quad [4.2]$$

$$I = \frac{PT}{V} \quad [4.1]$$

$$PT = 1 * 40W$$

$$I = \frac{40W}{12V}$$

$$PT = 40[W]$$

$$I_7 = 3,33 [A]$$

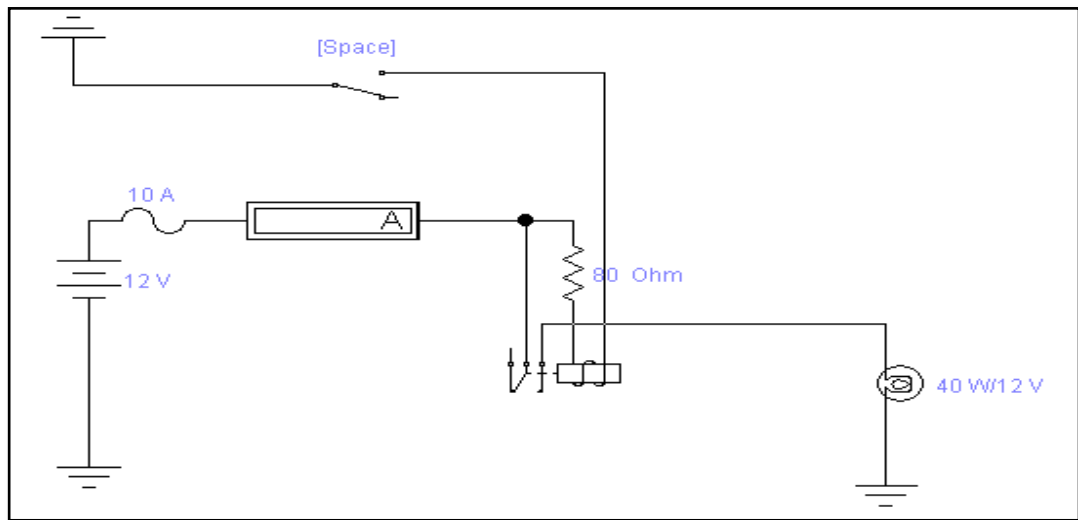


Figura 105. Diseño de circuito de luz de cabina

Luces de lectura.- Consta de un interruptor principal que es controlado por el conductor, pero a su vez pueden ser activadas o desactivadas por cada pasajero independientemente. Cuenta con focos incandescentes o diodos led con un consumo aproximado de 5 W por foco, Por lo general estas luces no se encienden todas simultáneamente. En la figura 106 se muestra el diseño de este circuito.

$$PT = pt1 + pt2 + pt3 \dots + ptn \quad [4.2]$$

$$I = \frac{PT}{V} \quad [4.1]$$

$$PT = 30 * 5 W$$

$$I = \frac{150W}{12V}$$

$$PT = 150 [W]$$

$$I_8 = 12,5 [A]$$

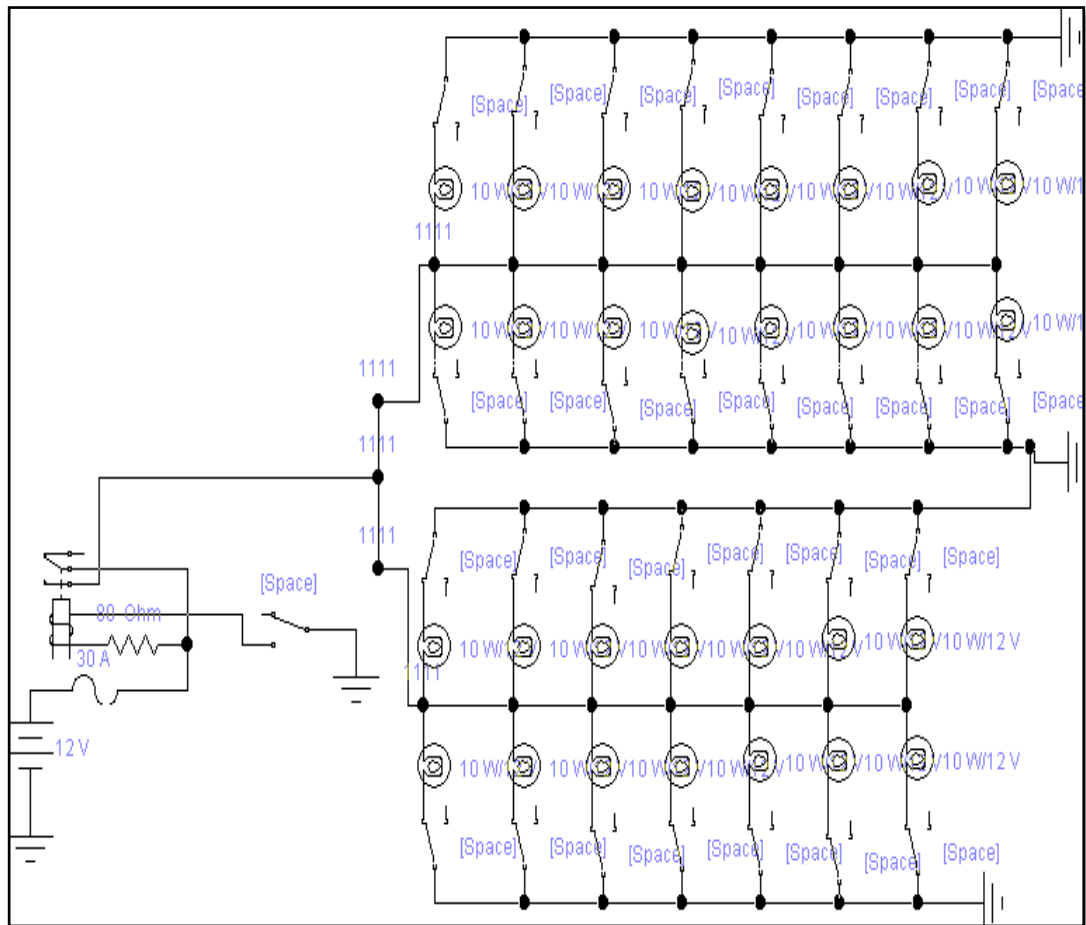


Figura 106. Diseño de circuito de las luces de lectura

Conexiones opcionales para accesorios.- Es importante que Cada carrocería para bus, lleve conexiones adicionales para instalar diversos accesorios que el propietario en un futuro puede necesitar, en el sistema se ha diseñado un circuito adicional que puede soportar hasta 10 A de consumo continuo. En la figura 107 se muestra el diseño del circuito para la conexión de un accesorio opcional.

$$PT = V.I \quad [4.1]$$

$$I_9 = 10 [A]$$

$$PT = 12 V * 10 A$$

$$PT = 120[W]$$

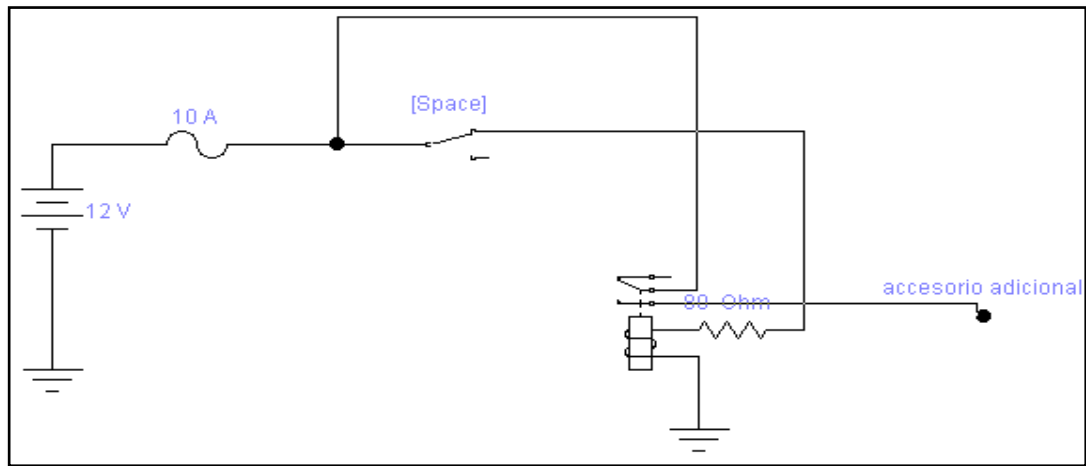


Figura 107. Diseño de circuito de conexión adicional accesorios 10 A Max

Conexión de soplador antivaho desempañador.- Para evitar el empañamiento del parabrisas delantero el vehículo debe constar de un desempañador o soplador. El consumo de corriente de un motor soplador es aproximadamente de 15 A. En la figura 108 se puede observar el diseño del circuito del desempañador.

$$P = I * V \quad [4.1]$$

$$P = 15 A * 12V$$

$$I_{10} = 15 [A]$$

$$P = 180 [W]$$

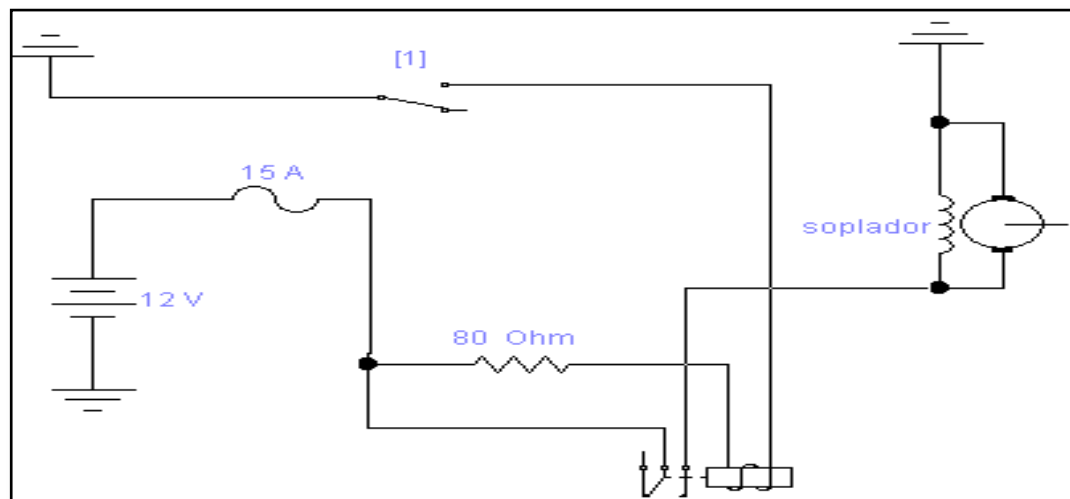


Figura 108. Diseño de circuito de motor soplador antivaho

Luz de rotulo.- Depende del diseño de la carrocería del minibús, y consta de una lámpara fluorescente con inversos de hasta 40 W máximo, o como se mencionó anteriormente, puede llevar un rotulo electrónico de similares

características de consumo. En la figura 109 se puede observar el diseño del circuito para las luz de rotulo.

$$PT = p1 \quad [4.2]$$

$$PT = 1 * 40 W$$

$$PT = 40 [W]$$

$$I = \frac{PT}{V} \quad [4.1]$$

$$I = \frac{40W}{12V}$$

$$I_{11} = 3,33 [A]$$

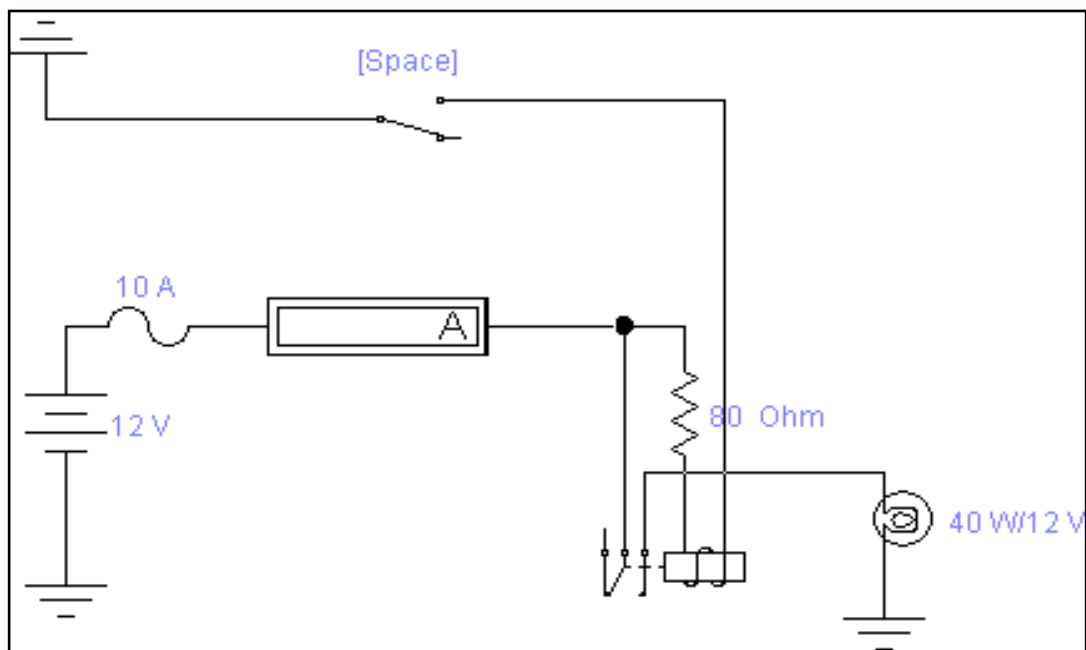


Figura 109. Diseño de circuito de luz de rótulo

Luces de bodega.- Las unidades de trasporte de turismo pueden constar de 6 focos de 12 V y de 21 W para la iluminación del habitáculos de equipajes o bodegas. En la figura 110 se muestra el diseño del circuito de estas luces.

$$PT = pt1 + pt2 + pt3 \dots + ptn \quad [4.2]$$

$$I = \frac{PT}{V} \quad [4.1]$$

$$PT = 21 W * 6$$

$$I = \frac{126}{12V}$$

$$PT = 126 [W]$$

$$I_{12} = 10,5 [A]$$

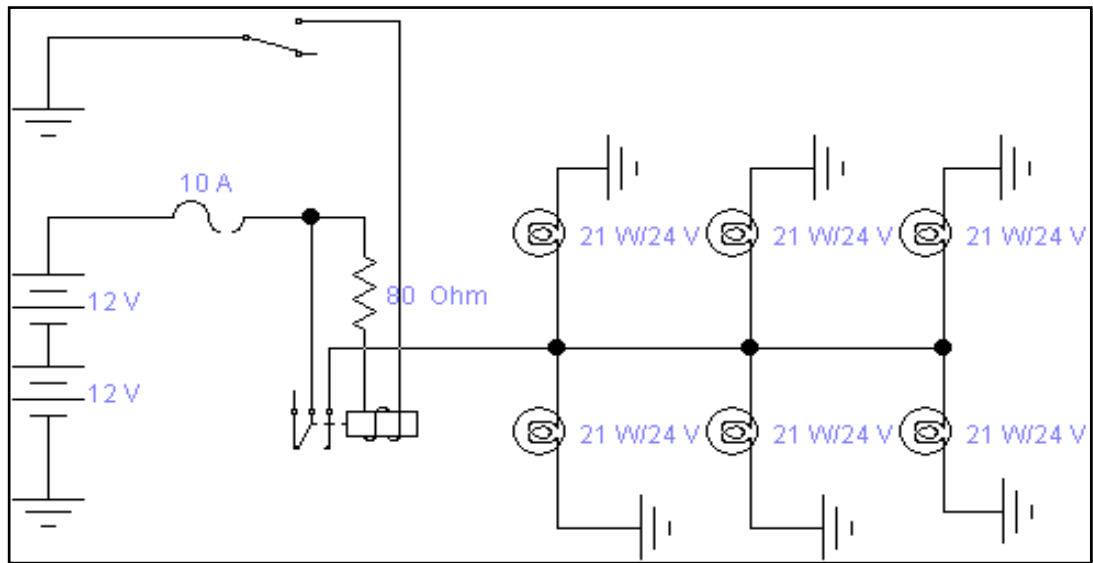


Figura 110. Diseño de circuito de luces de bodega

Consumo de corriente total de la carrocería.- El consumo total de la carrocería se obtiene de la suma de todas las corrientes parciales determinadas por los accesorios. Es necesario saber el consumo de corriente total de la carrocería para supervisar que no sobrepase la carga que proporciona la batería y el alternador. Para determinar este consumo se aplica la ecuación [4.3]. En la tabla 7 se muestra la sumatoria de las corrientes parciales.

En este vehículo se incorpora una batería de 105Ah, por lo que el consumo total de los accesorios de la carrocería está acorde con los dispositivos de alimentación. Pero El valor obtenido es en el caso de que todos los accesorios estén en funcionamiento en el mismo instante. En este caso es recomendable adicionar una batería con conexión en paralelo a la original (ver anexo10), debido a que el consumo de los accesorios de la carrocería está bordeando el límite máximo de corriente que suministra la batería. Si por algún motivo se accionan todos los elementos del chasis, este consumo saturaría y sobrepasaría el máximo de alimentación que proporcionan la batería y el alternador juntos, obteniendo como resultados el consumo drástico de la vida útil de las baterías y del alternador.

Tabla 7. Sumatoria de corrientes parciales de la carrocería

Numero de intensidad	Valor de consumo[A]
I_1	8,33 [A]
I_2	16,60 [A]
I_3	10,00 [A]
I_4	3,50 [A]
I_5	10,00 [A]
I_6	10,00 [A]
I_7	3,33 [A]
I_8	12,50 [A]
I_9	10,00 [A]
I_{10}	15,00 [A]
I_{11}	3,33 [A]
I_{12}	10,50 [A]
$I_{T_{CARROCERIA}}$	113.09 [A]

Esquema del circuito de toda la carrocería minibús.- En la figura 111 se puede observar el esquema lógico completo de fusibles, relés y salidas de relés hacia los accesorios. Por motivo de dimensiones, el circuito de los accesorios fue omitido, y se implementó un consumidor simulando el accesorio.

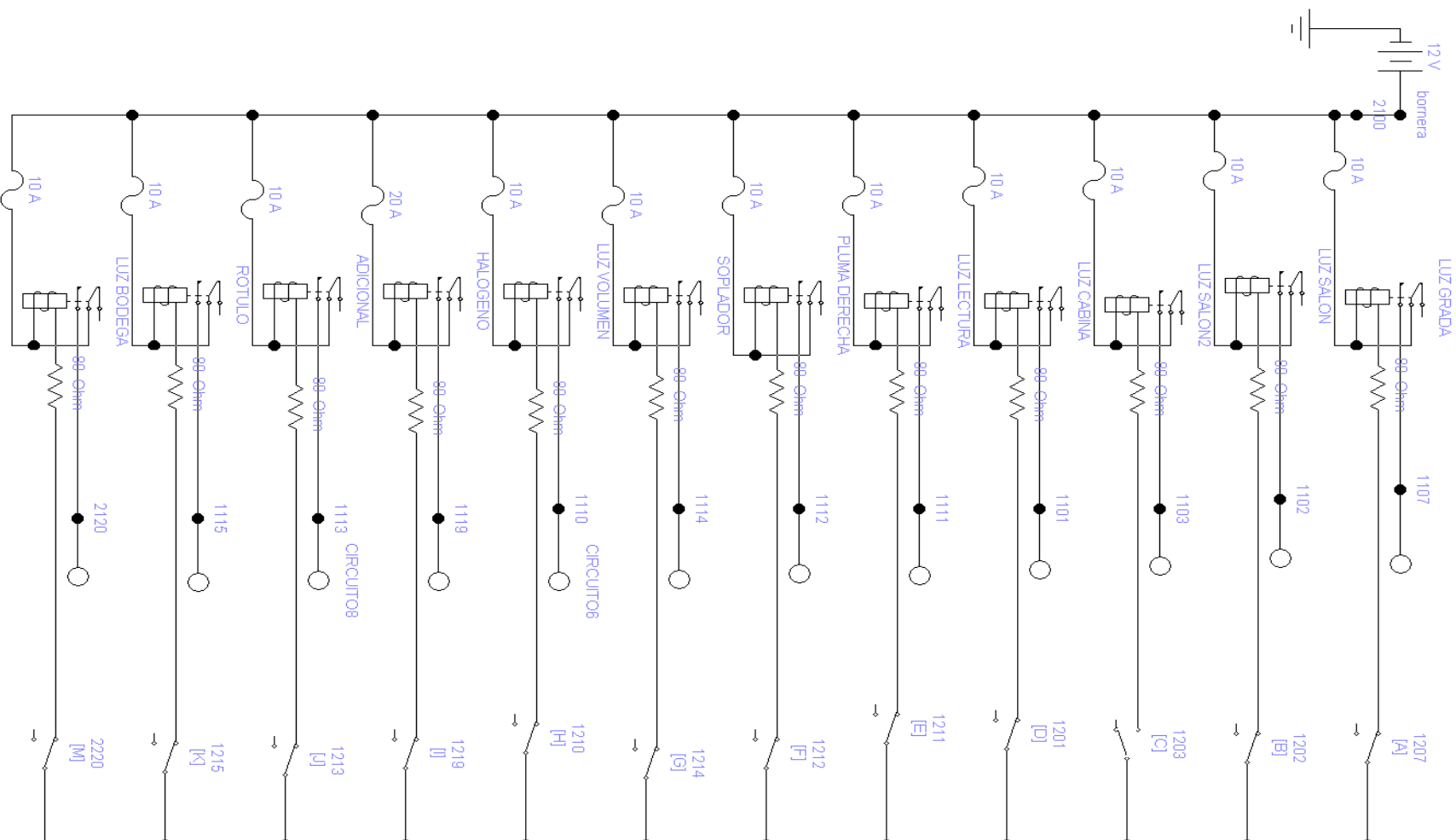


Figura 111. Esquema eléctrico lógico de carrocería

4.2.5. SELECCIÓN DE CABLES

Para cada circuito eléctrico existe un cable determinado que satisfaga las necesidades de consumo de corriente de cada accesorio. De acuerdo al documento “sección de los conductores de una instalación” emitido por el REBT (Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión), tabla 8, existen tablas de estandarización para la utilización de las diversas secciones de conductores, las cuales especifica la intensidad nominal de consumo del aparato eléctrico, y la sección normalizada del conductor en mm².

Tabla 8. Sección de cable con base al amperaje consumido.

(Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, 2002)

Intensidad nominal del accesorio (A)	Sección normalizada del conductor (mm²)
$I \leq 10$	0,75
$10 < I \leq 13,5$	1,00
$13,5 < I \leq 16$	1,50
$16 < I \leq 25$	2,50
$25 < I \leq 32$	4,00
$32 < I \leq 40$	6,00
$40 < I \leq 60$	10,00

Los circuitos diseñados para ser aplicados a los accesorios de la carrocería de buses de transporte de pasajeros demuestran que el consumo de corriente de cada accesorio no es mayor a 15 amperios. De acuerdo a la normalización de calibre de alambre estadounidense (en inglés american wire gauge o A.W.G), se tiene la tabla de sección de cables que permite saber el diámetro y área de sección del conductor, conociendo el número AWG. Para el caso automotriz y de acuerdo a la cantidad de corriente que soporta el conductor, los cables más utilizados son el número 16 y el número 14 de la clasificación A.G.W. En la tabla 9 se puede observar

las secciones de cables comúnmente utilizados en el campo automotriz, y resaltado el cable que se ha seleccionado para este diseño.

Tabla 9. Codificación de secciones de cables. (SONARMX, 2014)

AWG	Diámetro		Resistencia eléctrica en cobre	Resistencia eléctrica en cobre	Corriente permisible en cobre a 60 °C aislado (A)
	(in)	(mm)	(Ω /1 km)	(Ω /1000 ft)	
1	0.2893	7.348			110
7	0.1443	3.665			
8	0.1285	3.264			40
9	0.1144	2.906			
10	0.1019	2.588	3.2772	0.9989	30
12	0.0808	2.053	5.210	1.588	25
14	0.0641	1.628	8.284	2.525	15
15	0.0571	1.450	10.45	3.184	
16	0.0508	1.291	13.18	4.016	10 / 18 (90 °C)
17	0.0453	1.150	16.614	5.064	
18	0.0403	1.02362	20.948	6.385	5 / 14 (90 °C)

En la tabla 10 se presenta la distribución de los cables que se van a utilizar para los diferentes accesorios de las unidades de transporte de pasajeros. Esta categorización es recomendable hacerla para sacar total provecho de los accesorio sin provocar daños al sistema de cableado eléctrico. La sección del cable recomendada es para el cable que alimenta al accesorio con corriente positiva y para el cable de alimentación de tierra. A su vez en esta tabla se presenta el valor de resistencia que se tendría en un kilómetro de cable.

Tabla 10. Distribución de cables

Distribución de cables	
Accesorio	Sección cable A.W.G
Corriente positiva de batería	Sección cable del chasis
Tierra corriente negativa accesorios	14
Tierra interruptores - relés	16
Luz de cabina	16
Luz salón 1	14
Luz salón 2	14
Timbre parada	16
Luces de estribo	16
Ventilador de desempañador 1	14
Ventilador de desempañador 2	14
Inversor 24V a 12V	16
Luces de lectura	14
Luces números de asientos	16
Pantallas	16
Luces de pasillo	16
Rotulo	16
Conexión 12 V	16
Accesorio adicional1	16
Luz baño	14
Luz bodega	16
Luces de volumen LI	14
Nebliner	14
Pluma derecha	16

4.2.6. ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA DE CABLEADO ELÉCTRICO

El sistema cableado eléctrico de las unidades nuevas debe ser ensamblado fuera de la carrocería, para mayor comodidad y facilidad al realizar los trabajos de identificación y ensamblaje del mismo. Después de la investigación previa de la cantidad de accesorios dispuestos por las normas INEN 1155, y después de haber escogido la sección de cable adecuada,

para el funcionamiento de los accesorios se debería realizar las siguientes actividades para fabricar el sistema de cableado eléctrico de la carrocería.

4.2.6.1. Codificación de cables

Para facilitar la identificación de los cables en las empresas fabricantes de automóviles y buses codifican a los cables por colores. En el mercado nacional existen ciertas limitaciones para organizar el cableado eléctrico por este tipo de codificación. Por lo cual se tomó la idea de los fabricantes de carrocerías de Brasil como Marcopolo y Busscar, que son bastante comunes en el país. Estas carrocerías acogen un sistema de numeración de cables, para identificarlos, clasificándolos por el color de cable y por la función. En este caso la numeración está impresa por toda la longitud del cable. La figura 112 muestra la forma de codificar a los cables de la carrocería Marcopolo.

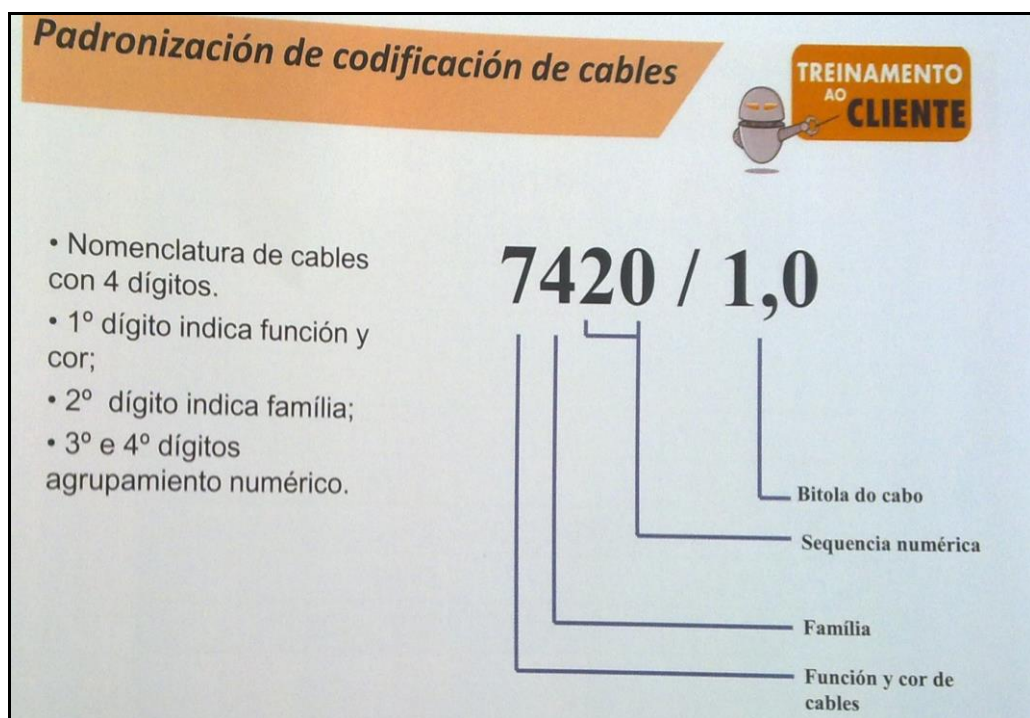


Figura 112. Codificación de cables (carrocerías, 2013)

En el mercado nacional es difícil conseguir cables numerados, pero existe otra forma para codificarlos, se puede utilizar diferentes instrumentos como “la Libreta de identificación de cables de 3M” que contiene tiras precortadas de alta adherencia, con letras, números y símbolos impresos con tinta negra indeleble. Las cuales se pega sobre los cables en toda la longitud del mismo. En la figura 113 se muestra la libreta con las tiras adhesivas. De igual forma que en las carrocerías brasileras se los puede dividir por las funciones que realizan cada cable y la familia a la que pertenece.

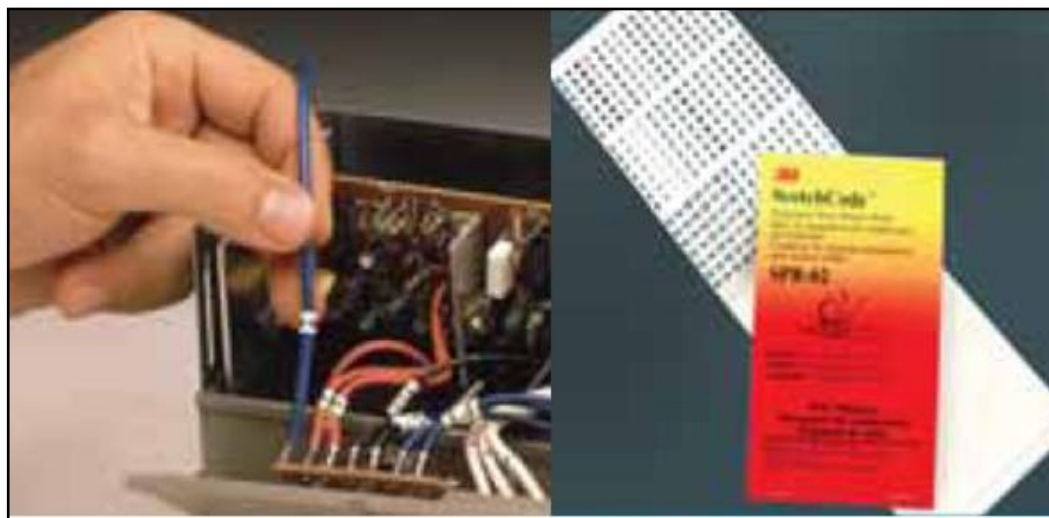


Figura 113. Libreta de identificación
(3M, 2010)

Codificación.- Los cables se clasificaron de acuerdo a la función que desempeñan, tomando como referencia la señal de corriente que transporta hacia el accesorio. Se los ha codificado con cuatro dígitos que se describen en las siguientes tablas:

Codificación por lugar donde se encuentra el accesorio o dispositivo.- Por ubicación se asumió el lugar de instalación que puede ser dentro del habitáculo de pasajeros o fuera en la parte exterior de la carrocería. En la tabla número 11 se muestra la codificación por el lugar del accesorio.

Tabla 11. Código por ubicación del accesorio

Primer dígito	
Ubicación accesorios o dispositivo	Número de codificación
Accesorio o dispositivo interno	1
Accesorio o dispositivo externo	2

Codificación por su función.- Los cables se codificaron por la carga que llevan a los accesorios y a los elementos de control (relés e interruptores) y elementos de protección (fusibles). En tabla número 12 se muestra la codificación de acuerdo a la función que cumple cada cable.

Tabla 12. Código por la función del cable

Segundo dígito	
Función	Número de codificación
Corriente 24v +(POSITIVA)	1
TIERRA (corriente Alimentación)	2
Señal positiva accesorio	3
Señal negativa accesorio	4

Codificación por accesorio.- Los cables fueron clasificado por el accesorio al que transportan la señal, pudiendo ser señal positiva desde la caja de fusibles o señal negativa desde un punto específico, también el transporte de señal de un dispositivo a otro. En la tabla número 13 se puede observar la codificación y designación del tercer y cuarto dígito.

Tabla 13. Código por accesorio

Tercer y cuarto digito	
Accesorio	Número de codificación
Luz de cabina	01
Luz de salón 1	02
Luz de salón 2	03
Timbre parada	04
Parlantes LI	05
Parlantes LD	06
Luces de estribo	07
Ventilador de desempañador 1	08
Ventilador de desempañador 2	09
Inversor 24V a 12V	10
Luces de lectura	11
Luces números de asientos	12
Pantallas	13
Luces de pasillo	14
Rotulo	15
Conexión 12 V	16
Aire acondicionado	17
Accesorio adicional1	18
Luz de baño	19
Luz de bodega	20
Luces de volumen	21
Neblineros	22
Pluma derecha	23

Codificación completa de los cables.- Las tablas que se presentan a continuación contienen la codificación que se deberá poner en cada uno de

los cables. Como se puede observar en la tabla 14, la codificación corresponde al lugar donde está ubicado el accesorio, la señal de corriente que circula por ese cable, y el accesorio al cual está conectado el cable.

Tabla 14. Codificación de cables de señal positiva

Codificación de cables	
Cable	Descripción
2100	Corriente positiva de batería
1101	Luz de cabina
1102	Luz salón 1
1103	Luz salón 2
1104	Timbre parada
1305	Parlantes LI
1306	Parlantes LD
1107	Luces de grada
1108	Ventilador de desempañador 1
1109	Ventilador de desempañador 2
1110	Inversor 24V a 12V
1111	Luces de lectura
1112	Luces números de asientos
1113	Pantallas
1114	Luces de pasillo
1115	Rotulo
1116	Conexión 12 V
1117	Aire acondicionado
1118	Accesorio adicional1
1119	Luz de baño
2120	Luz de bodega
2121	Luces de volumen
2122	Neblineros
2123	Pluma derecha

En la tabla 15 se puede observar la codificación de cables de señal negativa que alimentan desde el chasis a los interruptores y de los interruptores a los relés de cada accesorio. El cable de corriente negativa o tierra de chasis código 2200, es tomado desde el punto más cercano de la carrocería o el chasis hacia el accesorio que lo necesite.

Tabla 15. Codificación de cables de alimentación negativa

Alimentación de interruptores a relés	
Cable	Descripción
2200	Corriente negativa (tierra chasis)
1201	Alimentación interruptor-relé Luz de cabina
1202	Alimentación interruptor-relé luz salón 1
1203	Alimentación interruptor-relé Luz salón 2
1204	Alimentación interruptor-relé timbre parada
1405	Señal parlante negativo LI
1406	Señal parlante negativo LD
1207	Alimentación interruptor-relé luces de estribo
1208	Alimentación interruptor-relé ventilador de desempañador 1
1209	Alimentación interruptor-relé ventilador de desempañador 2
1210	Alimentación interruptor-relé inversor 24V a 12V
1211	Alimentación interruptor-relé luces de lectura
1212	Alimentación interruptor-relé luces números de asientos
1213	Alimentación interruptor-relé pantallas
1214	Alimentación interruptor-relé luces de pasillo
1215	Alimentación interruptor-relé rotulo
1216	Conexión 12 V
1217	Alimentación interruptor-relé aire acondicionado
1218	Alimentación interruptor-relé accesorio adicional1
1219	Alimentación interruptor-relé luz baño
2220	Alimentación interruptor-relé luz bodega
2221	Alimentación interruptor-relé luces de volumen
2222	Alimentación interruptor-relé neblineros
2223	Alimentación interruptor-relé pluma derecha

Para poder identificar con facilidad un cable se recomienda que las etiquetas adhesivas con la codificación designada se encuentren a un metro la una de la otra, por todo el trayecto del cable.

4.2.6.2. Longitud de cables

Para obtener la longitud de los cables se ha considerado los siguientes parámetros:

Dimensiones de la carrocería.- De acuerdo a la clasificación realizada en el país se tiene dos grupos principales de carrocerías, carrocería para bus y carrocería para microbús. Las mismas que tiene reguladas sus dimensiones por las norma técnicas INEN.

La carrocería de Bus tiene las siguientes dimensiones de acuerdo a la norma INEN 2205:

- Largo: 13000 mm máximo.
- Alto: 3500mm máximo.
- Ancho: 2600 mm máximo.

La carrocería de micro bus tiene las siguientes dimensiones de acuerdo a la norma INEN 2205:

- Largo: 10000mm máximo.
- Alto: 3100 mm máximo.
- Ancho: 2300 mm máximo.

Excedente del cable.- El cableado eléctrico del sistema debe tener un remanente en su longitud, ya que muchas veces el arnés de cables debe cruzar por los sitios irregulares en la geometría de la carrocería. A más de ayudar con la forma de la carrocería, también evita que los movimientos y oscilaciones de la carrocería tensen y remuerdan los cables. Todos los arneses de cables deben estar asegurados con abrazaderas fijadas a la

estructura o en su defecto abrazaderas plásticas fijadas también a la estructura.

Como se mencionó la estructura de la carrocería es irregular y es necesario tener un excedente para flexibilidad. En el curso de fabricación de cableado estructurado (UAZUAY, 2006), se menciona que cada conjunto de cables debe mantener un adicional prudente en su longitud para poder realizar reparaciones y modificaciones. En el caso de una unidad de transporte como ya se mencionó se producen movimientos, vibraciones y estiramientos en los cables, por lo que se ha visto necesario adicionar un porcentaje a la longitud del cable.

Para determinar la holgura del cable se ha tomado en cuenta la longitud total de la unidad, debido a las irregularidades que tiene la carrocería considero necesario que con un 15% más en la longitud total del cable, evitará el estiramiento y estrangulación del cableado.

Para obtener la longitud de cada uno de los cables dentro de la carrocería se han aplicado las sumas de las dimensiones y los lugares posibles en donde se ubican las cajas de control y esto se le adiciona el 15% de holgura establecido. De aquí se obtuvo la siguiente fórmula:

$$L. \text{ cable} = ((\text{Ancho} + \text{alto} + \text{largo}) + 15\%) \quad [4.5]$$

Dónde:

L. cable = Longitud del cable.

Ancho = Ancho de la carrocería o lugar desde donde nace el arnés o cable.

Alto = Alto de la carrocería o desde el lugar de donde nace el arnés del cable.

Largo= Largo de la carrocería o desde el lugar que nace el cable hasta el lugar donde llega el cable.

15%= Porcentaje de holgura que se va a aplicar a la longitud del cable.

Ubicación de la caja de fusibles.- Como se mencionó anteriormente, cada fabricante de chasis emite un documento con directrices para la fabricación de carrocerías con los parámetros necesarios para la ubicación de las cajas de control y de fusibles de las unidades, además el diseño de la carrocería es otra de las inconvenientes que dificultan normalizar la ubicación de las cajas de fusibles.

En el mercado nacional las empresas fabricantes de carrocería acogieron la información y recomendaciones del documento de directrices de VOLKSBUS (VOLKSWAGEN, DIRECTRICES SOBRE CARROZADO- CHASIS VOLKSBUS OMNIBUS, 2009), o a su vez en aquellas empresas que no cuentan con estos documentos, copiaron de carrocerías extranjeras, a su manera, la ubicación de las cajas de fusibles. De acuerdo al documento estas cajas de fusibles, tanto del chasis como de la carrocería, deben ir ubicadas dentro del habitáculo para evitar el contacto directo con elementos corrosivos y el exceso de humedad. Como se mencionado anteriormente, en el conjunto de directrices de carrozado de Volksbus, las cajas de fusibles deben estar ubicadas en el lado derecho, en la parte superior del graderío delantero como se muestra en la figura 114.

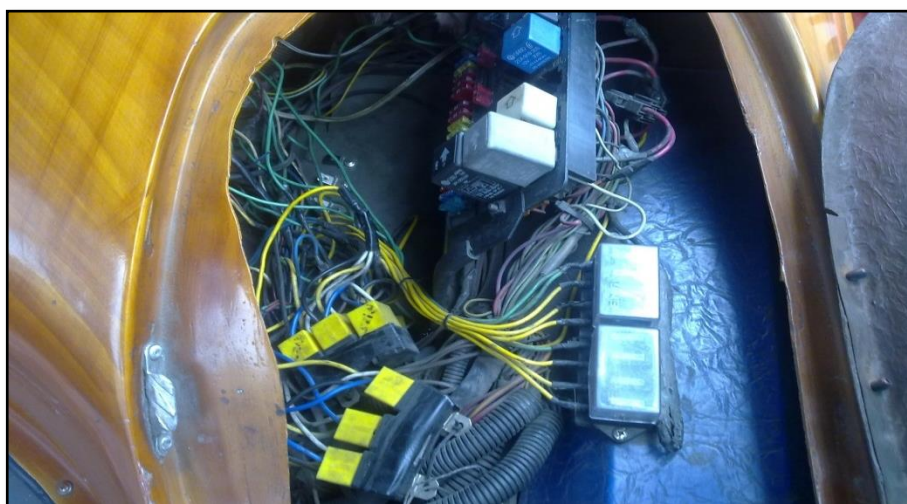


Figura 114. Caja de control ubicada en el estribo
(Taller Eléctrico Chávez, 2014)

También puede ser colocada dentro del habitáculo en el techo sobre el puesto del chofer como se puede observar en la figura 115. El habitáculo que las contenga debe ser herméticamente sellado con pegas, aislantes térmicos, cauchos protectores, cauchos pasantes y mangueras corrugadas para la protección de los cables.



Figura 115. Caja de control ubicada sobre el puesto del chofer
(VOLKSWAGEN, Diretrizes_ Espanhol_2008_cap9, 2009)

En otros casos las empresa carroceras Busscar y Marcopolo de origen brasilero y colombiano respectivamente, reorganizaron los sistemas de cableado eléctrico para los buses de transporte interprovincial y de turismo, implementando nuevas tecnologías como por ejemplo el control de accesorio eléctricos por sistema de RED CAN con varias computadoras al interior de la carrocería del bus. Además se ubicaron las cajas de fusibles de la carrocería del chasis en medio de las bodegas de equipaje. Como se muestra en la figura 116 de una unidad de transporte interprovincial con motor posterior, las cajas de control y de fusibles se encuentran en la bodega de equipaje.



Figura 116. Caja de fusible en bodega de equipaje
(Taller Eléctrico Chávez, 2014)

Ubicación de accesorio.- La ubicación de los accesorios en mayor parte depende del diseño características de la carrocería, de las disposiciones y especificaciones de la norma técnica ecuatoriana INEN 1155 para la ubicación de las luces exteriores e interiores, esta norma sugiere las posiciones y las distancias máximas a las que se pueden ubicar estas luces.

4.3. PROCEDIMIENTOS PARA LA FABRICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE CABLEADO ELÉCTRICO PARA CARROCERÍAS DE BUSES DE TRANSPORTE DE PASAJEROS

4.3.1. ARMADO DEL SISTEMA DE CABLEADO ELÉCTRICO

El sistema de cableado eléctrico es dividido en varios arneses de cables los cuales constan de sócalos y cuando son montado en la carrocería se conectan unos con otros. Dependiendo del diseño de la carrocería se pueden fabricar varios arneses de cables, por efectos de este documento se ha escogido el sistema más común utilizado en el mercado ecuatoriano.

En la figura 117 se muestra el diagrama de bloques de la conexión de los arneses de cables.

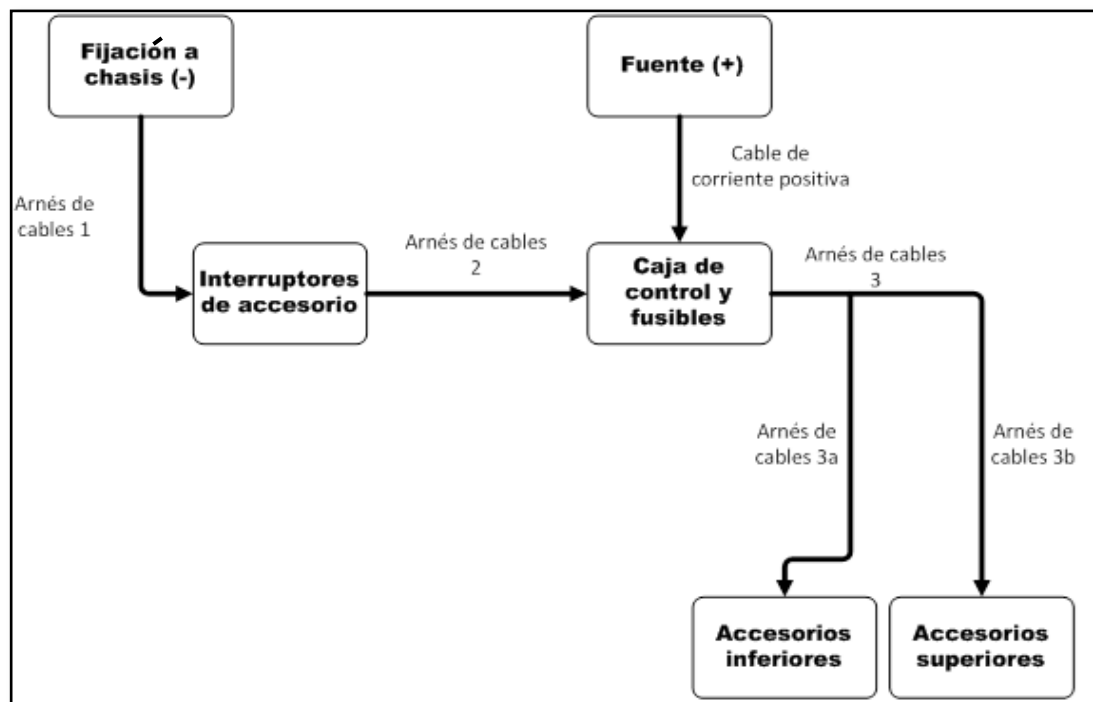


Figura 117. Conexión de arneses

Para la descripción de los procesos y métodos de fabricación del cableado eléctrico se tomó como ejemplo el cableado completo de una carrocería de

bus interprovincial, en la cual se utilizan la mayor cantidad de accesorios. Los materiales que se recomiendan utilizar para la fabricación de los diferentes arneses de cables son los que se consigue con facilidad en el mercado nacional ecuatoriano.

Distribución y número de interruptores.- Como ya se mencionó para dar el ejemplo de la fabricación del cableado eléctrico se ha escogido el cableado para una carrocería de bus interprovincial, el cual comúnmente lleva trece interruptores para accesorios. Los cuales se los ha distribuido en la figura 118 de la siguiente forma en el panel.

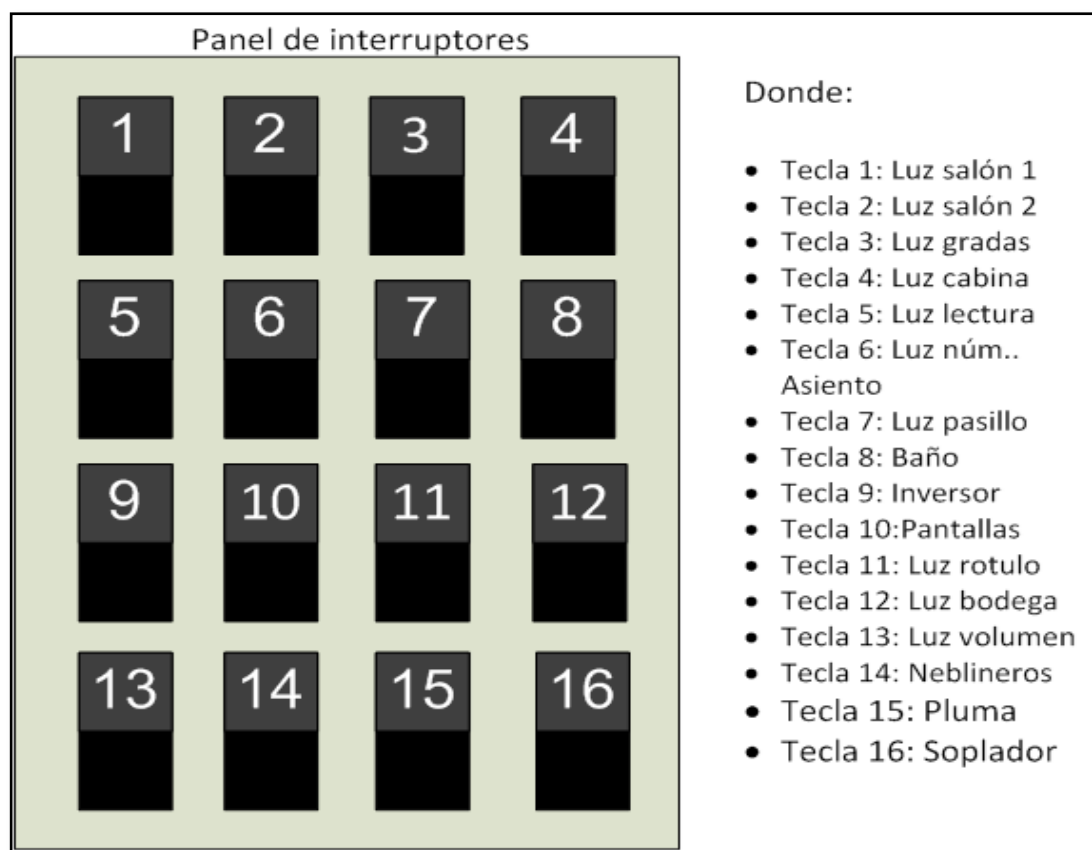


Figura 118. Distribución de interruptores

4.3.1.1. Arnés de cables número 1

Este arnés consta de la cantidad de cables como interruptores para accesorios se puede tener. Estos cables tienen una conexión común a tierra,

ya que son los encargados de conducir corriente negativa que después de accionar el interruptor alimentaran a los relés de activación de accesorios. En la figura 119 se puede observar el diagrama de bloques del arnés 1.

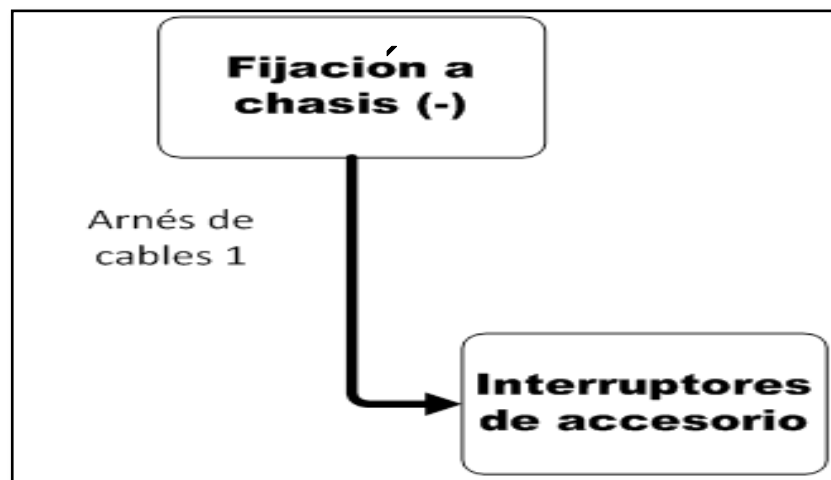


Figura 119. Conexión arnés de cables número 1

Fabricación del arnés de cables número 1.- Como se mencionó el arnés de cables 1 es el conjunto de cables que comunican a los interruptores con la señal de tierra. Este arnés es corto y tiene un solo punto de alimentación para todos los cables por lo que puede ser alimentado desde cualquier parte del chasis o base metálica de la estructura, por ende su fabricación es simple y se la dividió en tres pasos.

a. Longitud del arnés.- Debido a que este arnés de cables alimenta con negativo a los interruptores no necesariamente debe ser largo ya que se lo puede conectar a cualquier punto de la estructura. Debe estar conectado lo más cerca a los interruptores y para evitar enredos y molestias entre los arneses de cables, este deberá tener como máximo 500 mm de longitud desde los interruptores hasta el punto de alimentación.

b. Terminales utilizados en el arnés.- El arnés número 1 alimenta a los interruptores con corriente negativa, por lo que un extremo del conjunto de cables de este arnés tiene un punto en común (terminal redondo), en el cual los cables del arnés van remachados. En la figura 120 se muestra un

conjunto de cables de alimentación negativa con un terminal redondo remachado.



Figura 120. Conjunto de cables de tierra forrados en arnés
(EMSSI, 2007)

El otro extremo de este arnés tiene conexiones independientes para cada interruptor, el número de cables y número de la cantidad de interruptores los cuales van de acuerdo al tipo de cableado y de carrocería. En este extremo se debe remachar terminales de riel hembra con su respectivo sócalo protector como se muestra en la figura 121.

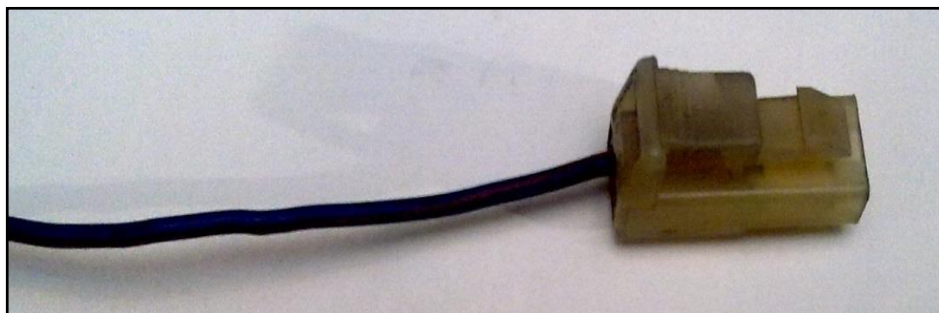


Figura 121. Terminal riel con sócalo

c. Forrado del conjunto de cables.- Finalmente para formar el arnés, se une el conjunto de cables con cinta aislante en varios puntos, esto facilitara el forrado del cableado con la manguera anillada de protección. En este punto es importante dejar al descubierto una longitud aproximada de 20

centímetros en el extremo de los interruptores para facilitar la conexión del cableado.

4.3.1.2. Arnés de cables número 2

Es el conjunto de cables que conduce la corriente negativa desde los interruptores hacia los relés que se encuentran en la caja de control. Dentro de este arnés se incluye la fabricación y conexión de la caja de control. En la figura 122 se muestra la conexión del arnés número 2 entre el panel de interruptores y la caja de control.

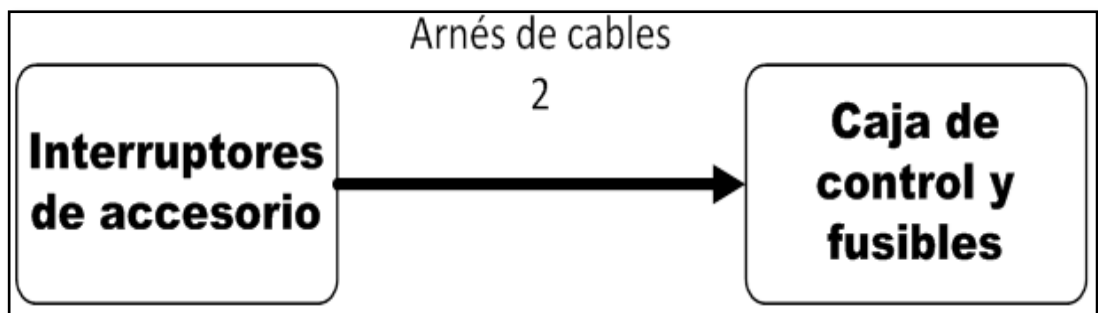


Figura 122. Conexión arnés de cables número 2

Fabricación del arnés de cables número 2.- Como se mencionó el arnés de comunican a los interruptores con los elementos de control (relés de activación). Este arnés lleva la misma cantidad de cables como interruptores se desee colocar. Su fabricación se la dividió en cuatro pasos.

a. Longitud del arnés.- La longitud de este arnés depende de la ubicación de la caja de control. Como se mencionó anteriormente en el país existen gran variedad de forma de carrocerías, pero todas estas ha generalizado la ubicación de dichas cajas, y se las puede encontrar en el tablero al lado derecho junto al graderío delantero, bajo el letrero o junto a este.

Para tener un ejemplo demostrativo de la longitud del cable se va a dimensionar las medidas del cableado para una carrocería con la caja de

fusibles en el lado derecho y para otra carrocería con la caja de fusibles en la parte superior, en el habitáculo sobre el conductor. En la figura 123 se muestra el esquema de una carrocería con caja de fusible junto al graderío.

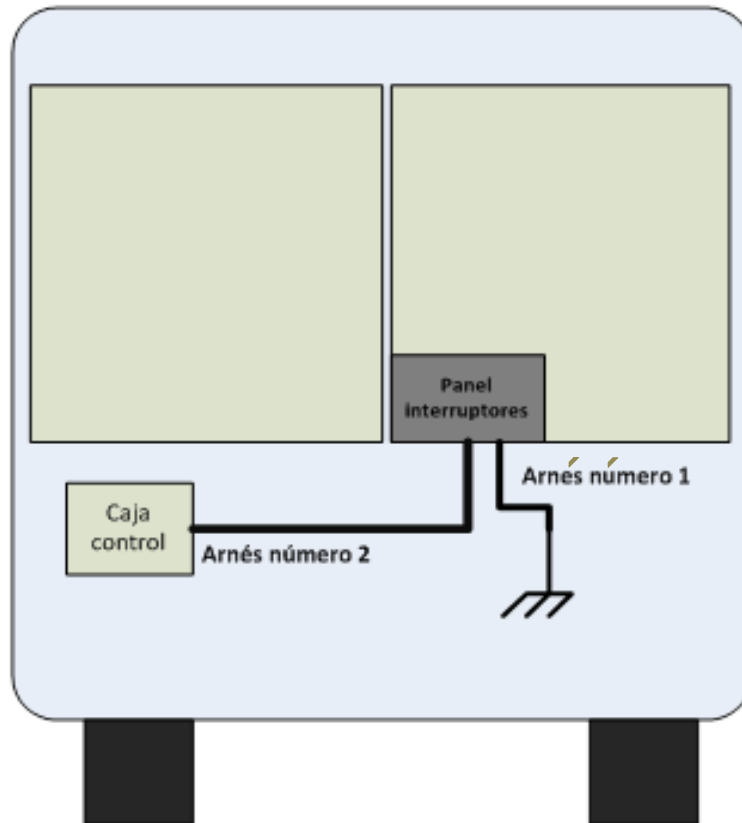


Figura 123. Distribución arnés número 2

El ancho de la carrocería de bus norma es de 2600mm, la caja de fusibles se encuentra aproximadamente a 300mm del extremo del lado derecho, y el panel de interruptores se encuentra aproximadamente a 1000mm del extremo izquierdo. Por lo cual la longitud de este arnés sería de 1300mm sin contar los excedentes para flexibilidad. El total de la longitud del arnés de cables 1 sería de:

$$L_{arnes1} = 1300mm \times 15\%$$

$$L_{arnes1} = 1495mm \approx 1500mm$$

b. Terminales y sócalos utilizados en los cables del arnés.- En uno de los extremos de los cables de este arnés se debe colocar terminales de

riel hembras con su respectivo sócalo independiente, para conectarlos a los interruptores como se muestra en la figura 124.

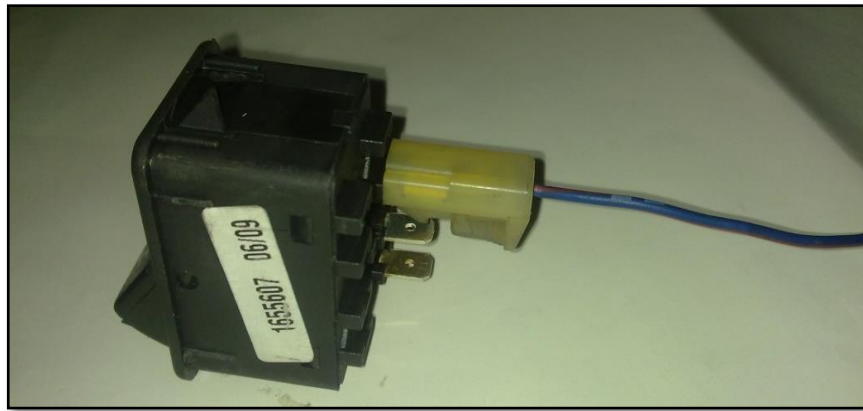


Figura 124. Interruptor con terminal y sócalo de un pin

En el otro extremo de este conjunto de cables se colocan terminales de riel independientes para cada cable, que luego son agrupados en varios sócalos. En el caso de ser dos sócalos con el mismo número de terminales se puede intercalar los sócalos, colocando un sócalo hembra para un grupo, y un sócalo macho para el otro grupo como se muestra en la figura 125.

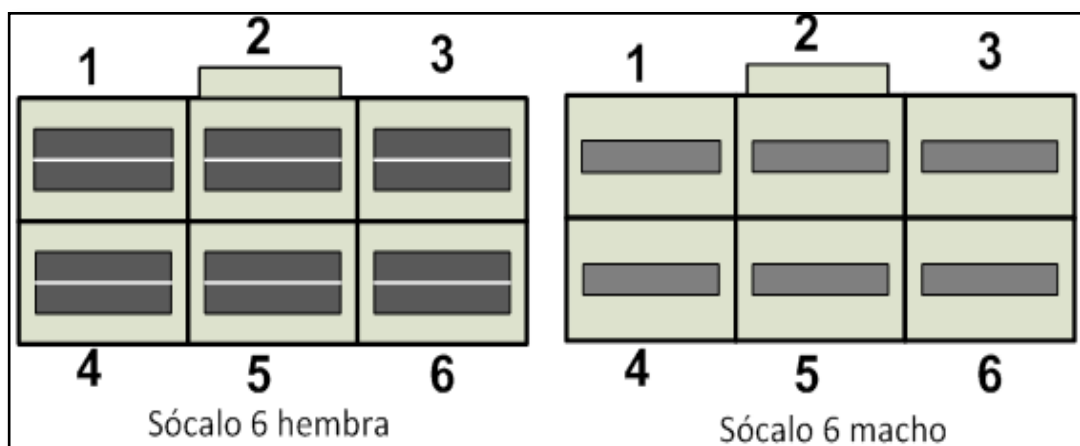


Figura 125. Sócalos de 6 hembra y macho

Cada cable de este arnés debe llevar su identificación codificada en los extremos con la cinta adhesiva de 3M, de forma que al forrar el arnés, este código sea visible. Si existen más de dos sócalos con el mismo número se debe marcar los sócalos del arnés 2 y los sócalo de la caja de control, con las cintas de marcación de 3M, con esto se facilita su conexión.

Distribución de los terminales en los sócalos del arnés 2 para carrocería con cableado completo.- Para dar el ejemplo demostrativo de la distribución de los terminales en los sócalos, se ha tomado la carrocería con cableado completo, correspondiente a una carrocería de bus interprovincial. Se eligió ese tipo de cableado eléctrico debido a que lleva más accesorios que los otros sistemas. Los terminales del cableado del arnés número 2 se ha distribuido en tres sócalos de la siguiente forma:

- **Primer sócalo.**- Se utiliza un sócalo de 4 terminales para los accesorios exteriores, distribuidos como se muestra en la figura 126.

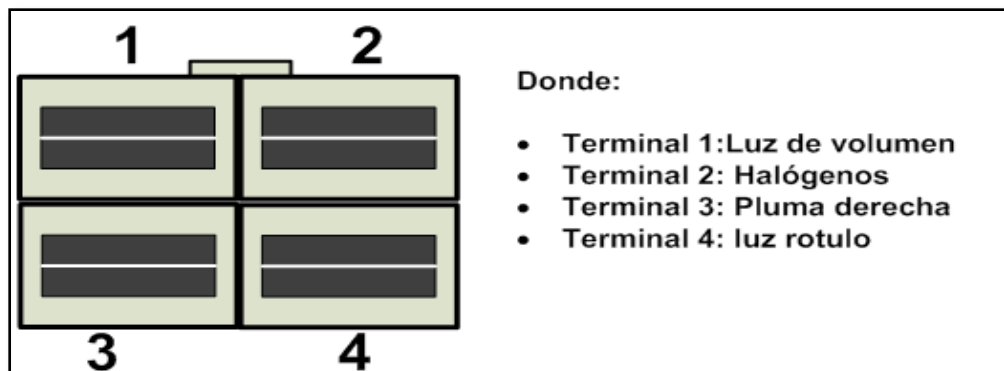


Figura 126. Distribución de pines en sócalo de 4 hembra

- **Segundo sócalo.**- Se utiliza un sócalo de 6 terminales para un grupo de los accesorios interiores, distribuidos de acuerdo a la figura 127.

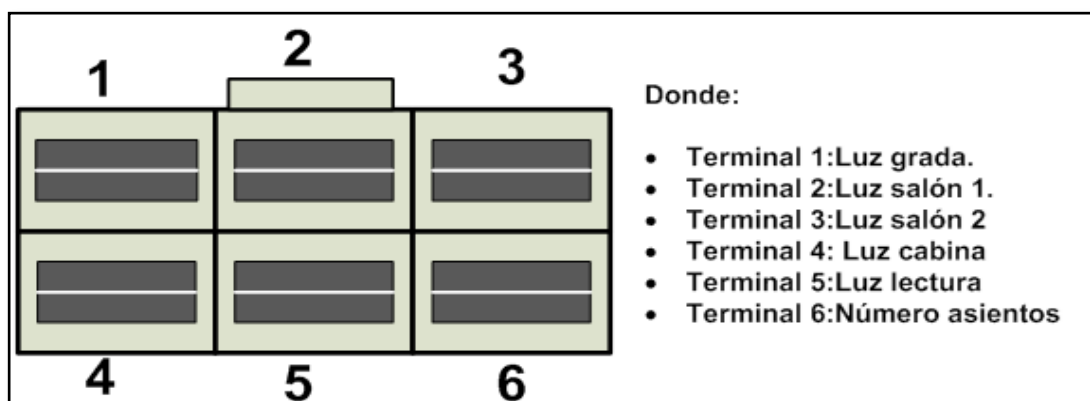


Figura 127. Distribución de pines en sócalo de 3 hembra

- **Tercer sócalo.**- Se utiliza un sócalo de 6 pines macho para el otro grupo de accesorios internos. En este caso se utiliza el sócalo inverso para

evitar errores al conectar. La distribución de pines se muestra en la figura 128.

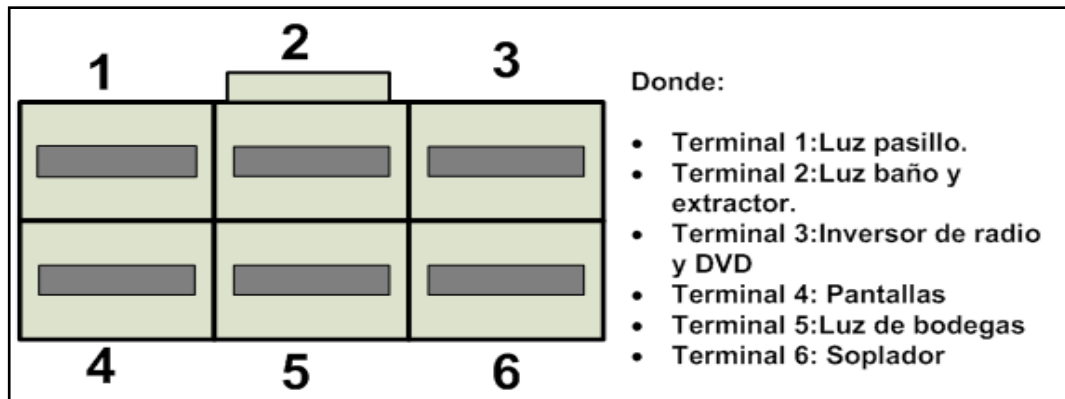


Figura 128. Sócalos de 6 pines macho

c. Forrado del conjunto de cables.- Finalmente para formar el arnés, se une el conjunto de cables con cinta aislante en varios puntos, para facilitar el forrado con la manguera anillada de protección.

En este punto es importante dejar al descubierto una longitud aproximada de 200mm en el extremo que va a ser conectado en los interruptores para facilitar la conexión del cableado y para dar visibilidad a su codificación. En el otro extremo cada cable debe tener apropiadamente 200mm de descubierto de igual forma para poder identificar su código tal como se muestra en la figura 129.

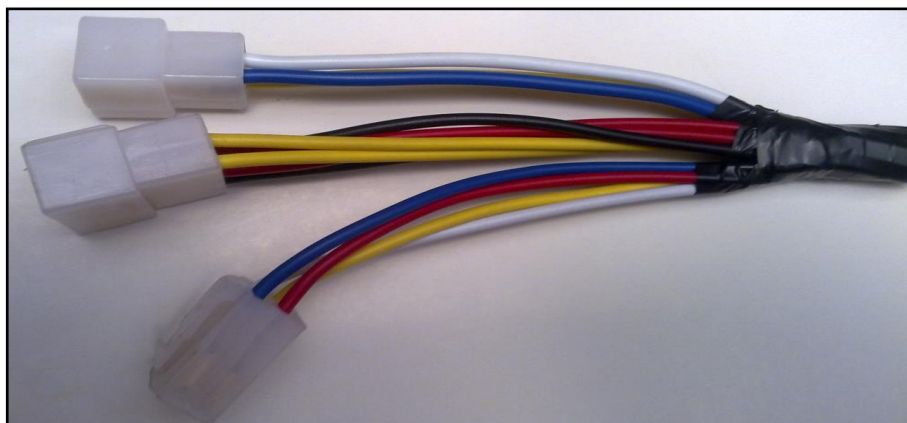


Figura 129. Sección descubierta de los cables del arnés

d. **Fabricación y conexión de la caja de control.-** La caja de control es un conjunto de dos dispositivos, formado por la fusiblera y la caja de relés, los cuales tienen comunicación entre sí por medio de varios cables independientes. En la figura 130 se puede observar el diagrama de bloques y la forma en que estos conjuntos se interconectan entre sí.

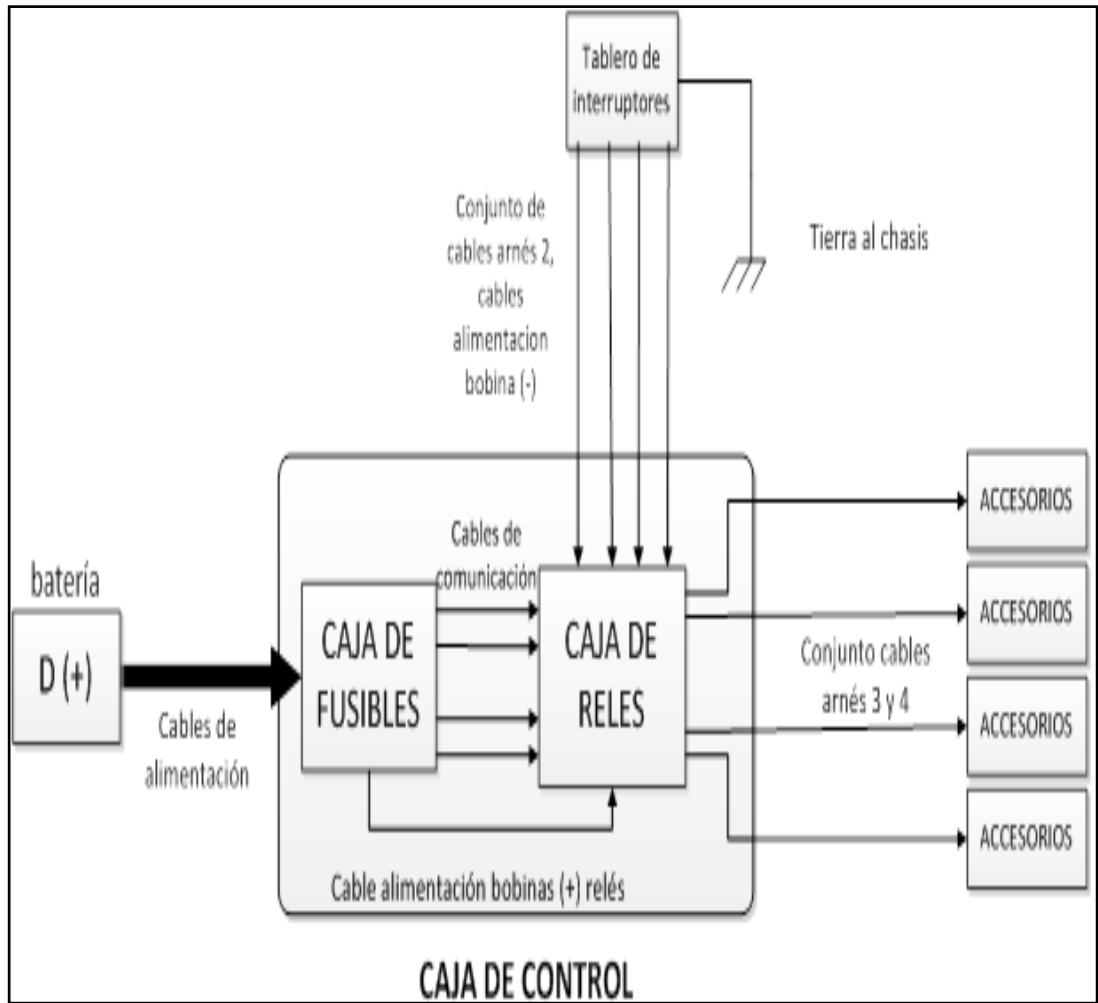


Figura 130. Esquema lógico de caja de control

Distribución de la caja de fusibles y caja de relés.- Los fusibles de la carrocería se los ha distribuido en 3 cajas de fusibles como se puede observar en la figura 131, primera caja contiene el grupo de fusibles de las luces internas de la carrocería, aquí se especifica el consumo máximo que podría tener cada accesorio.

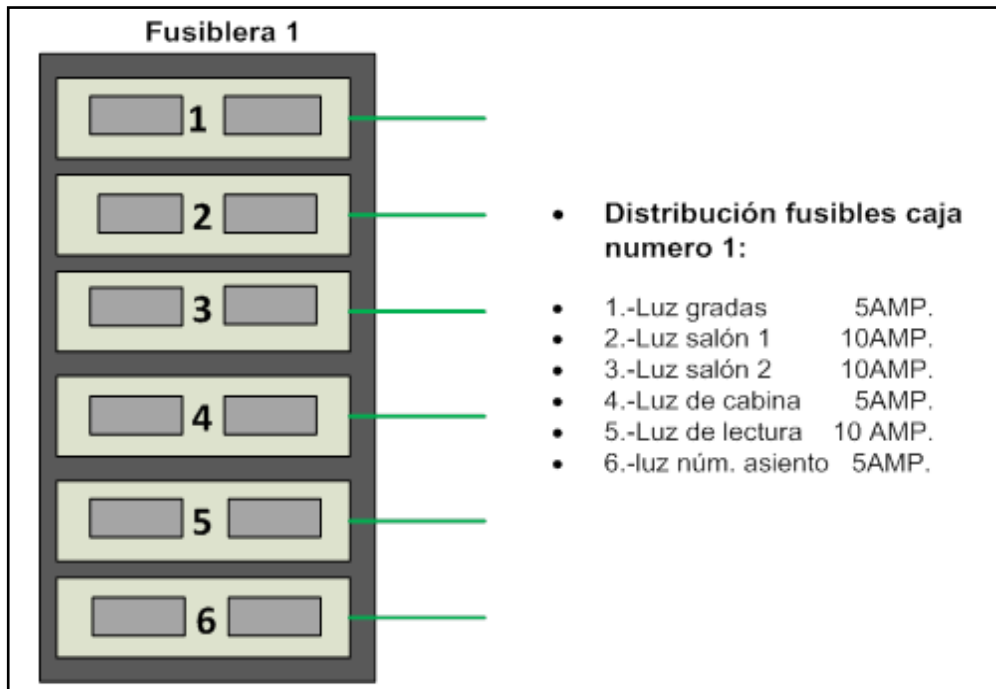


Figura 131. Caja de fusibles número 1

En la segunda caja de fusibles se ha colocado ciertas luces y accesorios internos para el confort del pasajero, además de incluir dos conexiones para accesorios adicionales, como se puede observar en la figura 132.

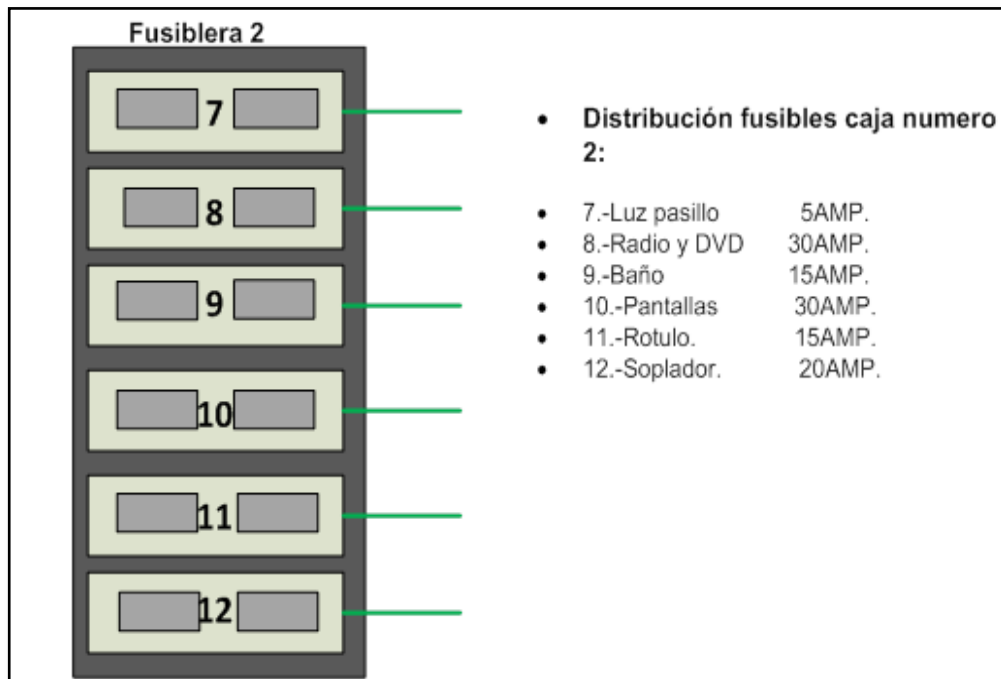


Figura 132. Caja de fusibles número 2

En tercera caja se colocaron los fusibles que alimentan a los accesorios exteriores. Dejando sin uso tres puestos los cuales pueden ser utilizados para colocar otros accesorios. Como se muestra en la figura 133.

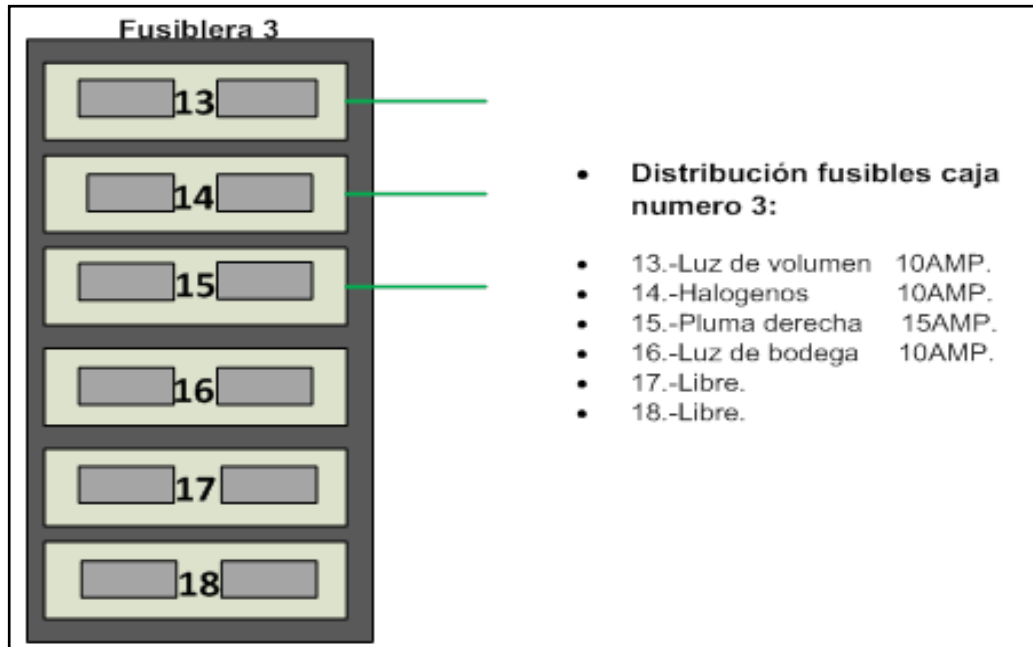


Figura 133. Caja de fusibles número 2

Distribución de la caja de relés.- Los relés se encuentran distribuidos, tomando en cuenta la distribución de los fusibles y de los interruptores, en la figura 134 se puede observar el esquema de ubicación de cada uno de los relés.

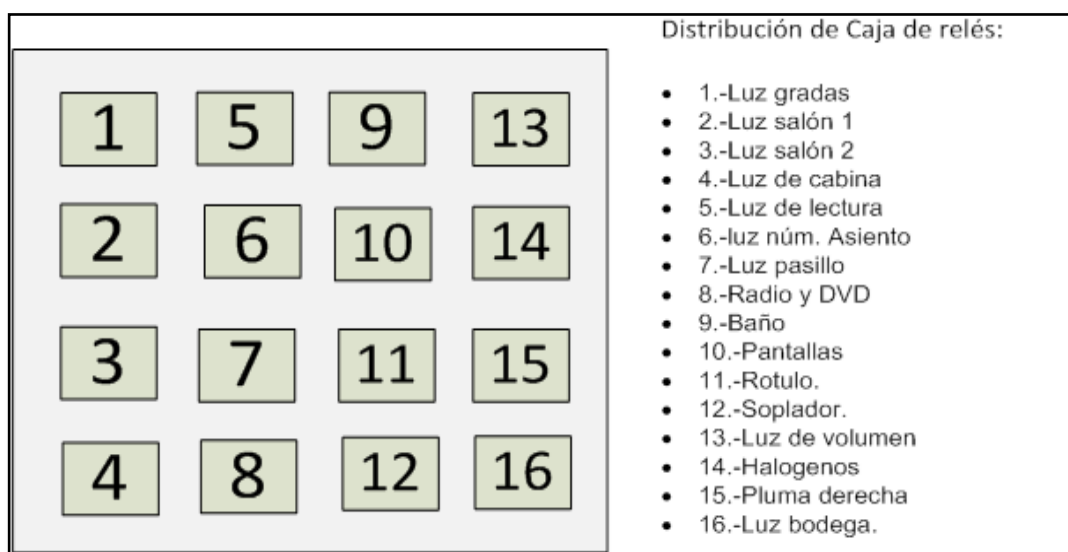


Figura 134. Distribución de caja de relés

Las cajas de fusibles y caja de relés son alimentadas desde la batería, está a su vez alimentan a los pines positivos de los relés. Una vez energizados los relés con corriente positiva, se necesita cerrar el circuito con tierra, los interruptores son los encargados de permitir que el circuito se cierre o se abra, activando o desactivando la bobina del relé. Cuando el relé es activado internamente conecta dos pines que cierran el circuito entre la caja de fusibles y los accesorios.

Fabricación del cable de alimentación.- Para alimentar la caja de control con corriente positiva, es necesario que tenga una conexión tomada directamente desde la batería. En varios modelos de chasises como el caso de volksbus y Mercedes Benz, llevan uno o varios cables, originales del chasis, que viene desde la batería hasta una bornera de conexión, para toma de corrientes de la carrocería. En estos dos chasises la bornera está ubicada en el frente en la parte central de la estructura del chasis. En la figura 135 se puede observar una bornera de volksbus para toma de corrientes de carrocería.



Figura 135. Bornera positiva para toma de corrientes volksbus
(Taller Eléctrico Chávez, 2014)

El cable que va a conectar esta bornera con la caja de control debe tener la misma sección que el cable original del chasis. La longitud del cable que se va a utilizar para conectar la borne y la caja de control, puede variar dependiendo la ubicación en que se encuentre la caja de control.

Si la caja de control se ubica en la parte inferior derecha, el cableado tendrá una longitud máxima de 1000mm incluido el excedente para flexibilidad. Para las carrocerías con caja de control en la parte superior, se debe colocar una nueva bornera lo más próximo a la caja de control, y se debe extender un cable desde la bornera original y conectarlas entre sí, el cable extendido debe ser de la misma sección que lleva como original desde la fuente hasta la bornera, y su longitud es la misma del cableado del arnés de cables 2 para caja de control en la parte superior.

En el extremo del cable que conecte con la bornera se debe remachar un terminal redondo, con la medida del perno de la bornera. El otro extremo debe llevar el terminal que se necesite para conectarlo con la caja de control.

Las directrices de carrozado de volksbus, recomienda que los cables que van alimentar a la caja de control sea lo más corto y cercano a las fuentes y borneras de alimentación.

Alimentación de la caja de fusibles.- Como ya se ha mencionado en capítulos anteriores, la caja de fusibles se consigue lista para montar en el vehículo y que empiece a trabajar. Este es un punto importante para que el sistema eléctrico de la carrocería tenga un funcionamiento óptimo. Para que esto se cumpla es necesaria que la forma en que se empatan estos cables sea adecuada. Para no tener recalentamientos en las uniones de cables se debe evitar hacer entorchamientos, en lugar de estos se debe utilizar terminales tubulares de unión remachándolos en forma de u, para apretar el cable y asegura su fijación. En la figura 136 se muestra la unión de dos cables con terminal tubular de unión remachado en forma de u.



Figura 136. Terminal tubular de unión remachado para unir dos cables
(Taller Eléctrico Chávez, 2014)

La caja de fusibles es energizada por el cable de alimentación, y puede llevar una bornera con perno para sujetar dicho cable, o puede tener varios cables conectados internamente para energizar los fusibles. La figura 137 muestra la conexión interna básica de una caja de fusibles que se consigue en el mercado. Dependiendo el tipo de caja de fusibles que se consiga en el mercado se coloca el termina necesario para acoplar el cable de alimentación a la caja.

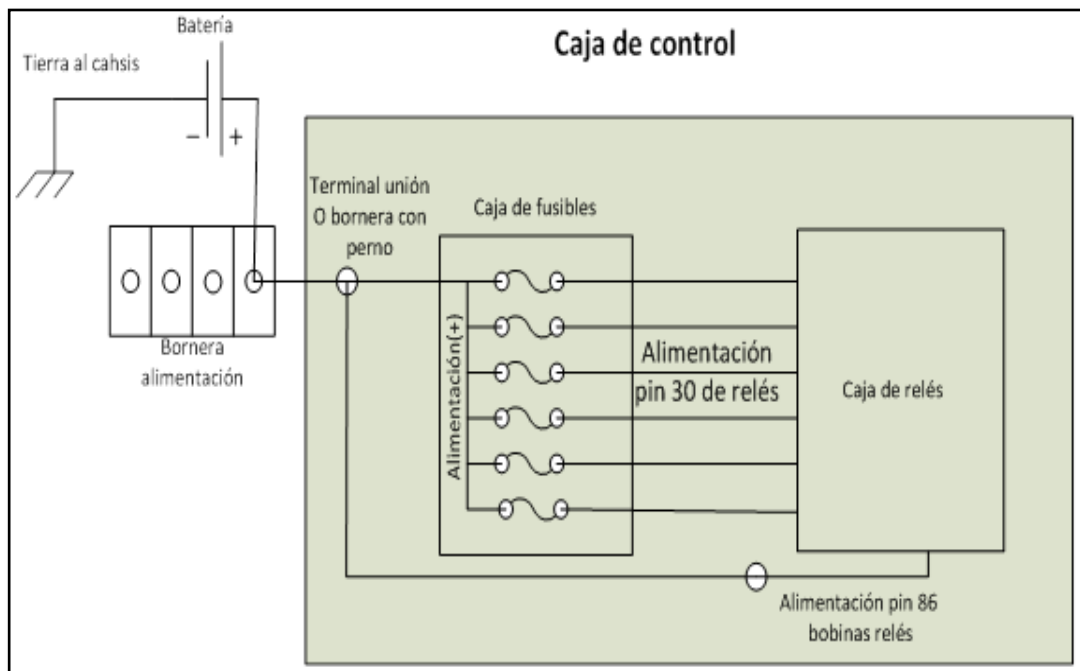


Figura 137. Conexión interna caja de fusibles

Conexión de la caja de fusibles con la caja de relés.- Como ya se había mencionado la caja de fusibles y la caja de relés deben estar interconectar entre sí. Para comprender la conexión entre la caja de fusibles y los relés, en la figura 138 se muestra la distribución y una breve descripción de los pines del relé convencional automotriz.

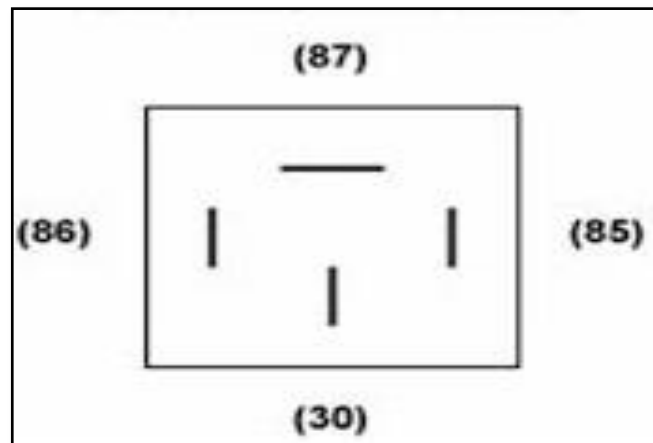


Figura 138. Pines de relé convencional

(RAVS, 2011)

De donde:

Pin 85.- Alimentación de tierra para bobina.

Pin 86.- Alimentación de corriente positiva para bobina.

Pin 30.- Alimentación de corriente positiva desde la fuente. (Entrada, etapa de potencia).

Pin 87.- Salida de corriente positiva hacia el accesorio. (Salida, etapa de potencia).

En la figura 139 se observar la manera de interconectar las dos cajas, las líneas verdes de alimentan el pin 30 de cada relé con los fusibles y las salidas del pin 87. Las líneas amarillas energizan el pin 86 de la bobina de cada relé, y las líneas cafés alimentan con tierra del chasis el pin 85 de las bobinas de cada relé, para cerrar el circuito.

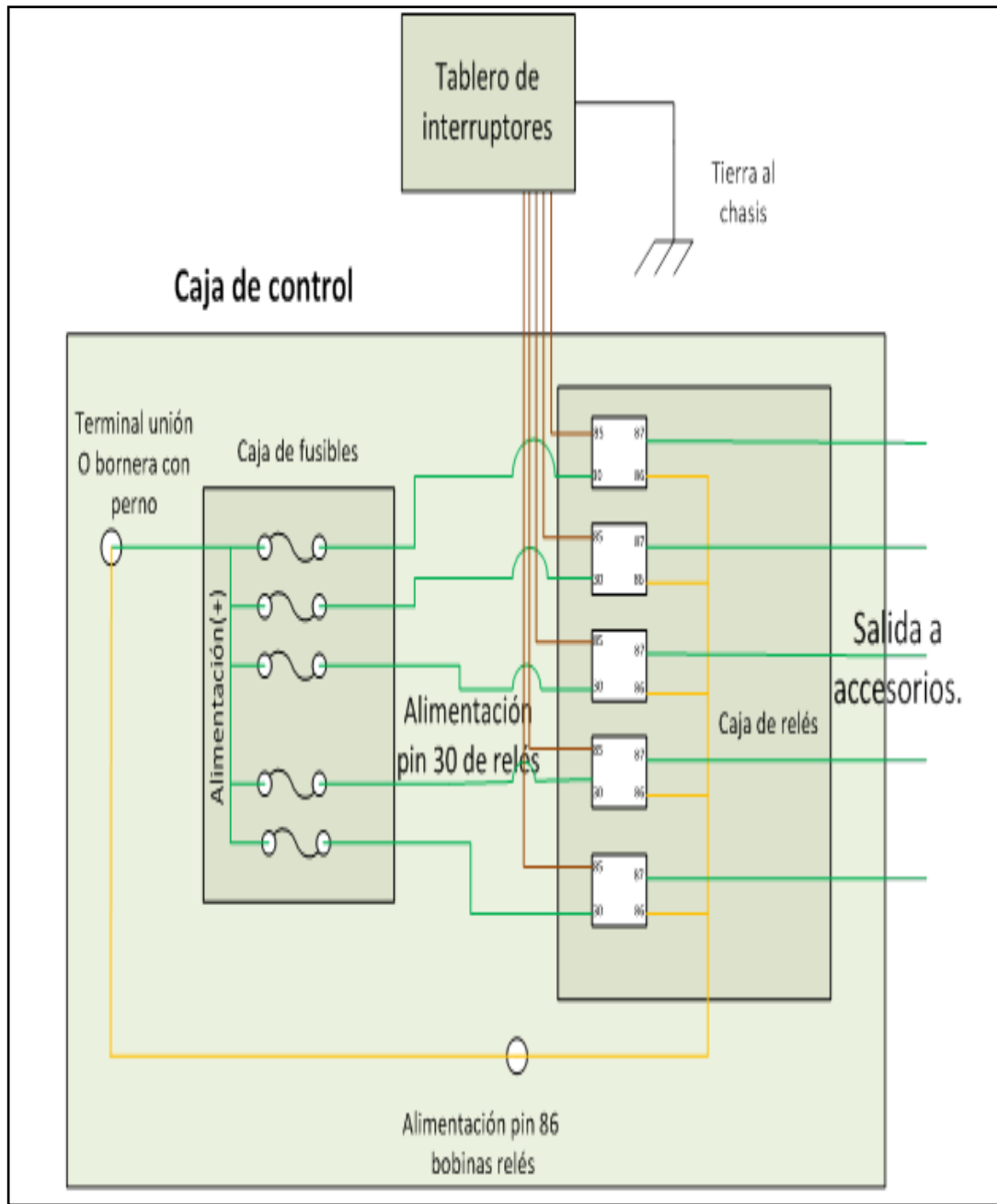


Figura 139. Conexión interna caja de control

Fabricación de caja de relés.- En la figura 139 se pudo observar la conexión lógica de los relés con la caja de fusibles. En el mercado ecuatoriano no se consigue cajas de relés listas para montar, por lo que es conveniente utilizar sócalos de relés con patas para fijación. Estos sócalos pueden ser unidos entre si y formar grupos compactos de relés, el trabajo del fabricante de la carrocería es elaborar un habitáculo para fijar este grupo.

El sócalo de relé que se consigue en las tiendas de accesorios eléctricos automotrices, traen colocados los cables y terminales como se muestra en la figura 140. Para optimizar el rendimiento del cableado es recomendable evitar las uniones por medio entorchamientos.



Figura 140. Sócalo de relé comercial

(Alibaba.com Hong Kong Limited y licenciatarios, 2012)

Fabricación del cableado para el pin 85.- Este pin del relé recibe la señal que viene desde el interruptor. El cable de este debe tener una longitud prudente para manipularlo libremente, en el extremo que conecta al relé debe tener remachado un terminal de riel hembra, y al otro extremo debe remacharse un terminal riel que corresponda al sócalo que viene desde los interruptores, como se muestra en la figura 141 el sócalo amarillo es del relé y el sócalo blanco es el que conecta al sócalo del arnés número 2 que viene desde los interruptores, este paso se lo realiza para cada relé.

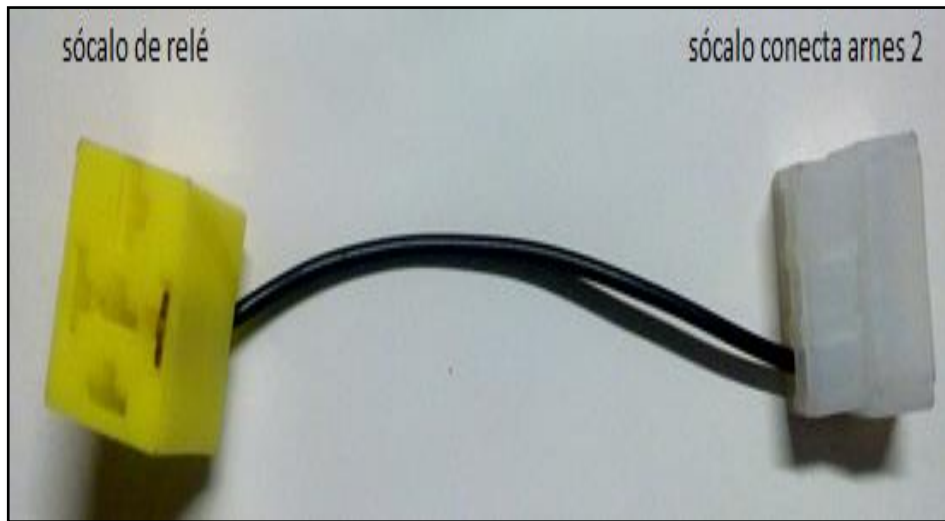


Figura 141. Cable del pin 85 del relé

(Taller Eléctrico Chávez, 2014)

Distribución de terminales en sócalos de caja de relés.- Para que coincida las conexiones de los interruptores con el relé específico, se realizó la distribución de los cables del pin 85 de cada relé, siguiendo la secuencia de la distribución de terminales en los sócalos para carrocería con cableado completo de arnés número 2. Para que corresponda y realice la conexión en dichas cajas es necesario la implementación de sócalos contrarios a los que lleva instalados el arnés.

- **Primer sócalo.-** Se utiliza un sócalo de 4 terminales machos para los accesorios exteriores, distribuidos como se muestra en la figura 142.

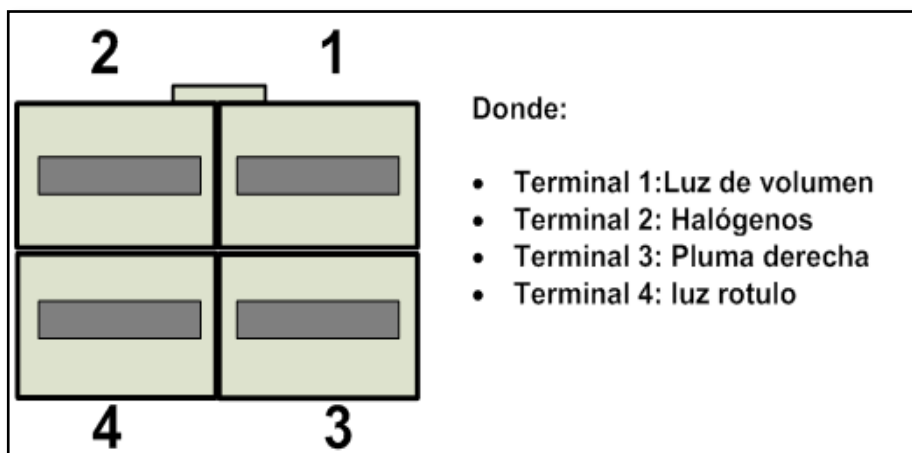


Figura 142. Distribución de pines en sócalo de 4 macho

- **Segundo sócalo.-** Se utiliza un sócalo de 6 terminales machos para el grupo de los accesorios interiores, distribuidos de acuerdo a la figura 143.

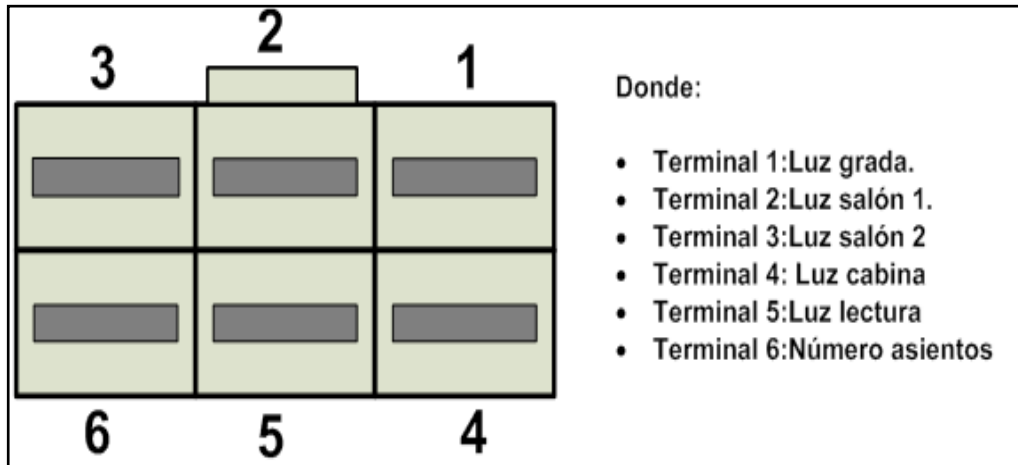


Figura 143. Distribución de pines en sócalo de 6 macho

- **Tercer sócalo.-** Se utiliza un sócalo de 6 pines hembra para el otro grupo de accesorios internos. En este caso se utiliza el sócalo inverso para evitar errores al conectar. La distribución de pines se muestra en la figura 144.

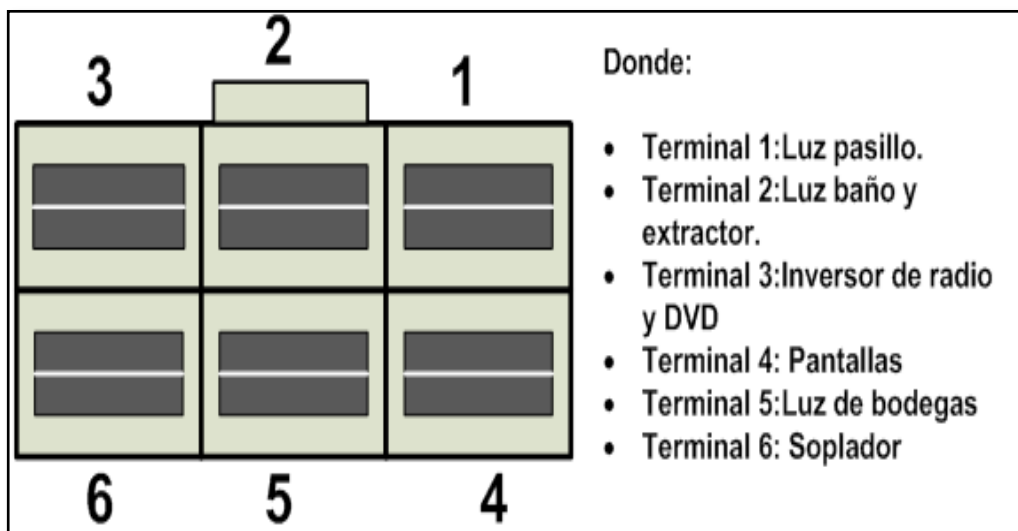


Figura 144. Distribución de pines en sócalo de 6 hembra

Fabricación del cableado para el pin 86.- Como se pudo observar en la figura 139 el pin número 86 del relé, es el que alimenta la bobina del mismo,

y es alimentado directamente de la entrada de corriente que alimenta a la caja de fusibles.

El conjunto de cables del pin 86 de los sócalos de relés deben tener una longitud razonable para moverlo y manipularlo con libertad, además debe llegar a su sitio tensar el conjunto de cables.

El conjunto de cables debe este remachado con el terminal o terminales correspondiente para poder fijarlo en la bornera de alimentación de la caja de fusibles, o bornera principal de alimentación de la carrocería. Este cableado debe estar claramente identificado con la cinta adhesiva de 3M. En la figura 144 se puede observar la ubicación del pin 86 con su conexión hacia el terminal para la alimentación de corriente.

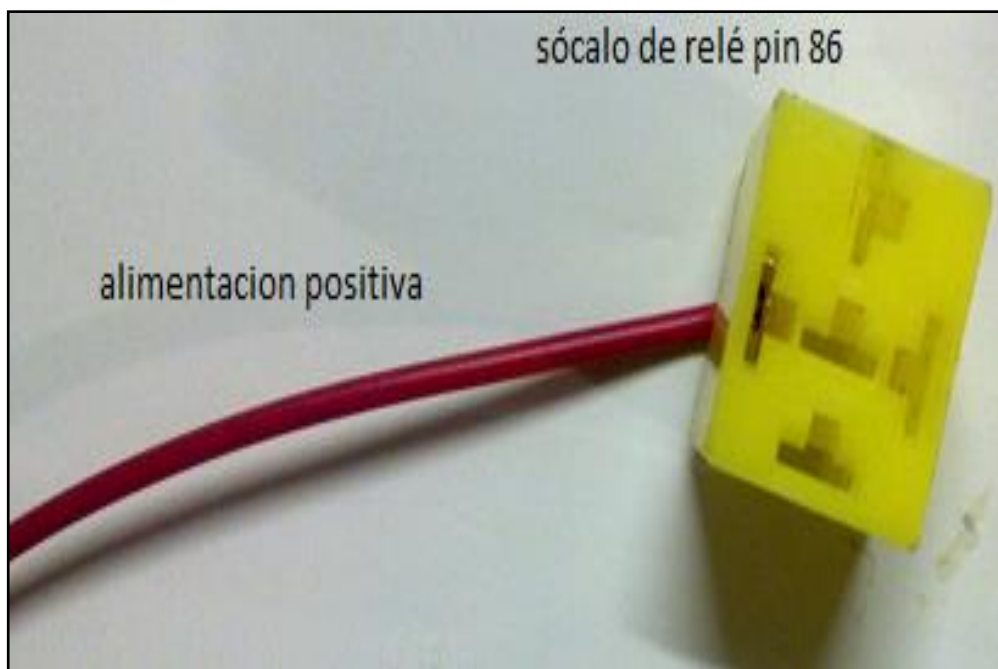


Figura 145. Sócalo de relé, terminal pin 86

(Taller Eléctrico Chávez, 2014)

Fabricación del cableado para el pin 30.- Como se pudo observar en la figura 138 la conexión de este pin se lo realiza entre el fusible y el terminal del relé del pin número 30. Como ya se ha indicado para tener el rendimiento óptimo de este cableado, es necesario que el cable que los conecta no tenga

remiendos o que el empalme entre estos se lo realice por medio de terminales tubulares de unión, tal como se muestra en la figura 146, posteriormente se lo debe recubrir con suficiente cinta aislante. Además la longitud de este cable depende de la distancia a la que se ubique la caja de fusibles y la caja que contenga los relés, contando también que debe tener un excedente en la longitud para flexibilidad y manipulación con estos se evita que los cables se estiren y se remuerdan.

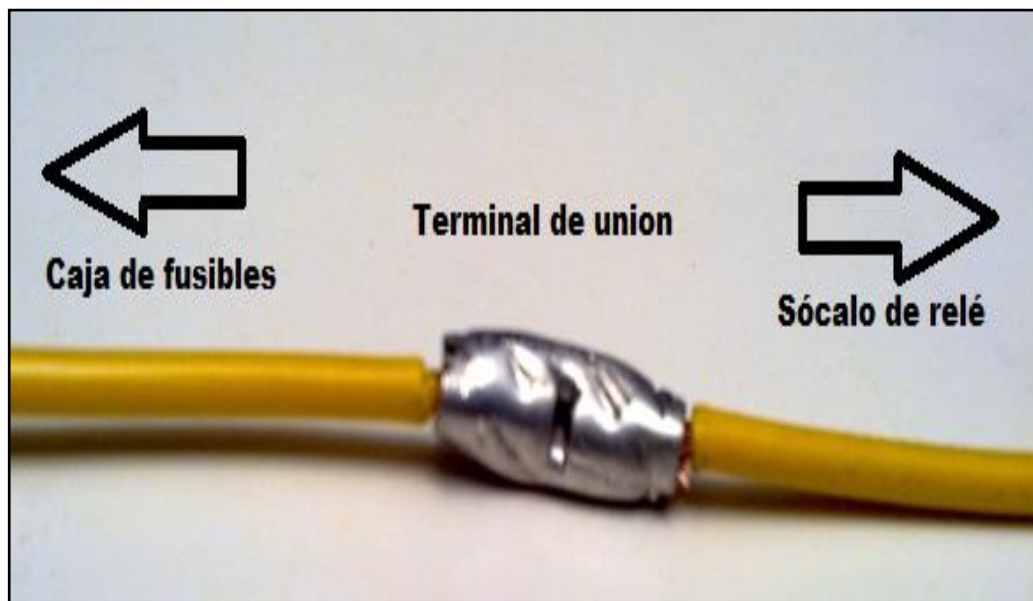


Figura 146. Terminal de unión

(Taller Eléctrico Chávez, 2014)

El extremo del cable que viene desde la caja de fusibles y conecta directamente en el pin número 30 del sócalo del relé, en este se debe remachar un terminal de riel hembra.

Las instalaciones entre el pin número 30 de cada uno de los relés y la caja de fusibles se lo debe realizar de acuerdo a la distribución descrita en las figuras 131, 132,133 de la distribución de la caja de fusibles y en la figura 134 de la distribución de caja de relés.

Fabricación del cableado para el pin 87.- El conjunto de cables que salen de estos pines de los sócalos de relé, se conecta directamente los

accesorios o con los cócalos que los conectan. Por lo que este conjunto de cables pertenece a los arneses números 3 y 4.

Para tener un rendimiento óptimo del cableado, es necesario que el cable saliente desde el pin 87 del relé a los accesorios no tenga entorchamientos en su trayectoria. Si es necesario realizar un tipo de unión entre este cable y los cables de la caja de fusibles, se debe colocar un terminal tubular de cobre estañado y protegerlo con cinta aislante.

4.3.1.3. Arnés de cables número 3

Es el conjunto de cables que lleva corriente positiva desde el pin 87 o de salida del relé hasta los accesorios, cerrando el circuito con la señal que llega desde el chasis al otro pin de tierra del accesorio. En la figura 147 se puede observar la conexión del arnés número 3.

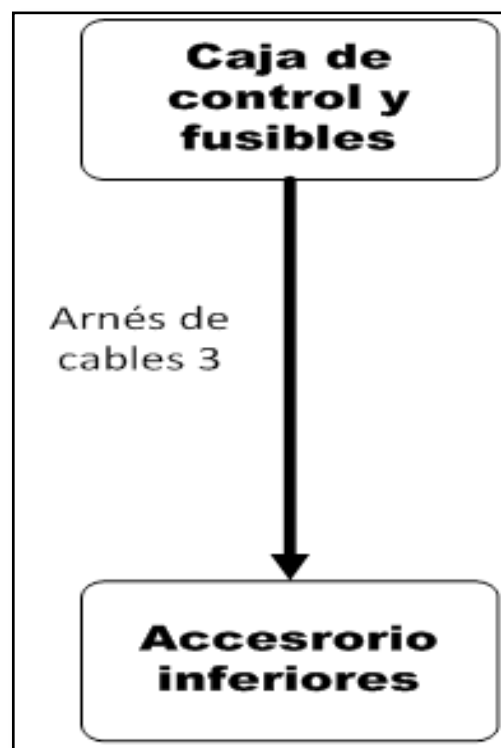


Figura 147. Conexión arnés de cables 3

Fabricación del arnés de cables número 3.- Como ya se mencionó este arnés parte desde los pines número 87 de los sócalos de los relés, y termina en los accesorios inferiores de la carrocería o sócalos de estos. En la figura

148 se muestra la conexión desde el pin 87 de los relés hasta los diversos accesorios.

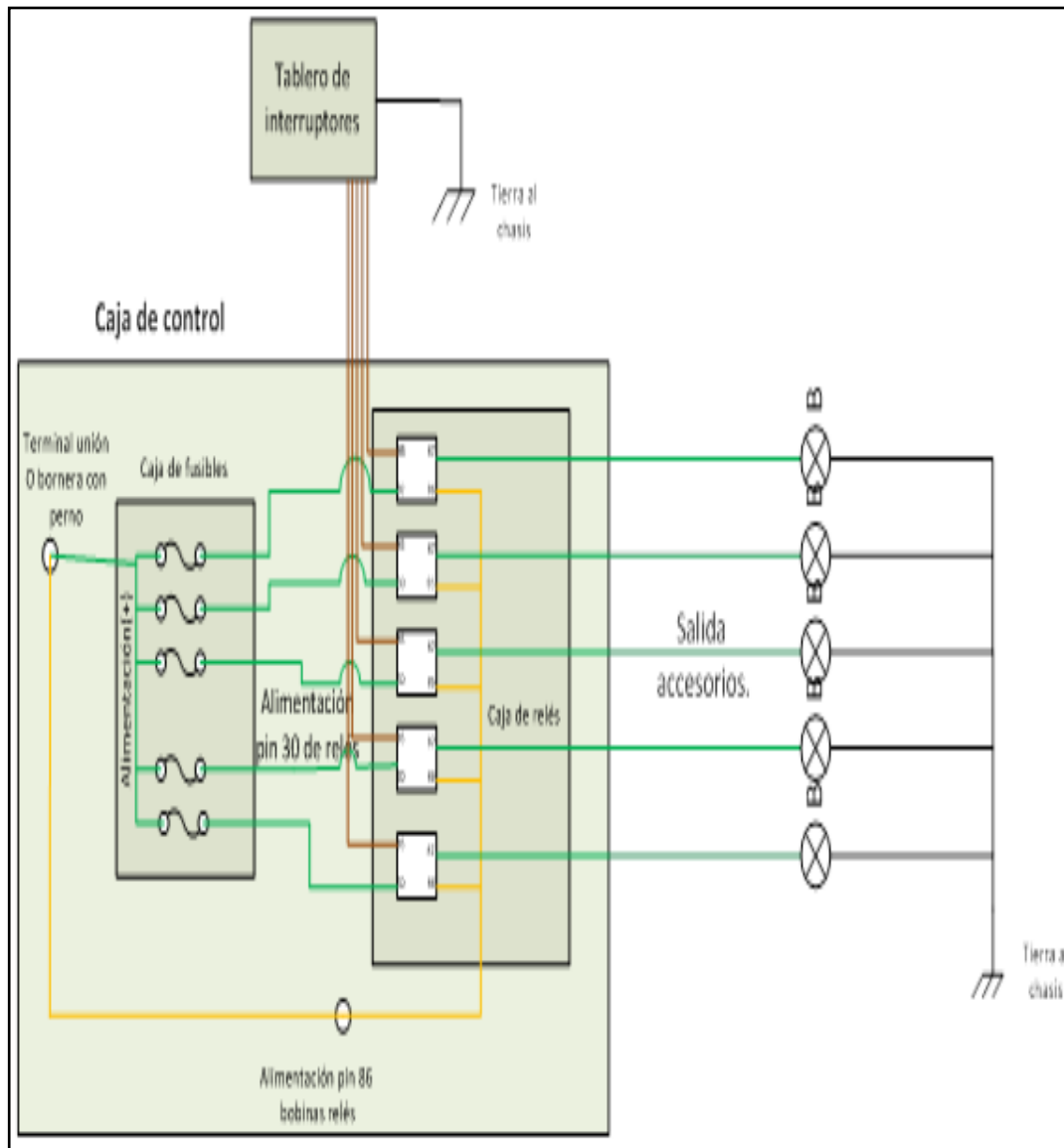


Figura 148. Conexión relés – accesorios

1. Longitud del arnés.- La longitud de los cables de este arnés tiene varias medidas, debido a la ubicación en la que se encuentra el accesorio, por lo que para tener las posibles medidas del largo del cable se asumió las distancias desde el desde el pin 87 de cada relé hacia el accesorio de forma individual, en la figura 149 se muestra la distribución del arnés y la distribución de los cables hacia los accesorios en la parte frontal de la carrocería.

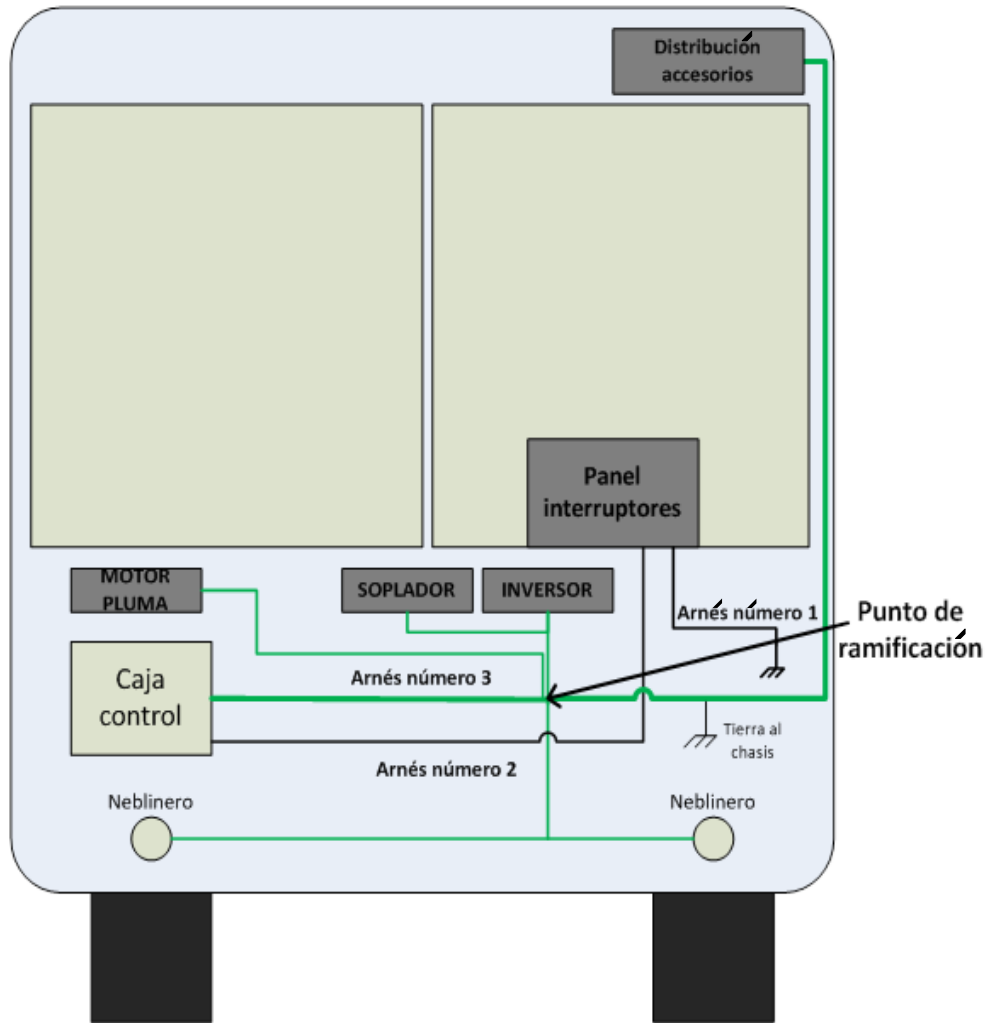


Figura 149. Distribución arnés número 3

Dentro de este arnés se debe incluir varias líneas de alimentación de tierra lo más cercanas al accesorio, las cuales deben ser tomadas la estructura del chasis, tal como se muestra en el ejemplo de la figura 149 donde la tierra al chasis ingresa al arnés número 3 o las ramificaciones.

Longitud del cable motor de plumas.- El cable de corriente que va a alimentar este accesorio debe seguir la trayectoria del arnés, para que el conjunto de cables que salen del habitáculo tengan un punto en común de salida. Por lo general este puede estar ubicado en el centro, acercándose un poco al lado izquierdo de la estructura, que es por donde pasan los arneses de cables originales del chasis.

Este cable también debe constar con el excedente de flexibilidad y se aplica la formula [4.5]. Sabiendo que la carrocería tiene de ancho 2600mm y este cable solo llega hasta la mitad de la misma, se parte de los 1600mm desde el pin 87 del relé hasta el punto en que se crea la ramificación. De aquí este regresa hasta antes de unos 300mm del extremo derecho, donde se encuentra ubicado el motor de plumas por lo que sería aproximadamente 1300mm de retorno del cable.

$$L \text{ cable de motor plumas} = (1600\text{mm} + 1300\text{mm}) + 15 \%$$

$$L \text{ cable de motor plumas} = (2900\text{mm}) + 15 \%$$

$$L \text{ cable de motor de plumas} = 3335\text{mm}$$

Para la alimentación de tierra se puede tomar desde cualquier punto de la estructura, por lo que la longitud máxima de este sería de 500mm desde el punto de la estructura hasta el accesorio, este conjunto de cables de tierra deben estar dentro del arnés, tal como se muestra en la figura 148.

Longitud del cable de halógeno.- El cable que alimenta a los halógenos llega al mismo punto en que se ramifica el arnés por lo que la longitud hasta ese punto sería de 1600mm, tomando en cuenta que este cable baja junto al resto de cables del chasis y llega a la altura del guardachoque, aproximadamente unos 800mm desde el punto de ramificación hasta el halógeno izquierdo, y el mismo tiene que regresar al halógeno del lado derecho, por lo que se asumiría unos 2000mm de cable, más el excedente para flexibilidad.

$$L. \text{ cable halógenos} = (1600\text{mm} + 800\text{mm} + 2000\text{mm}) + 15 \%$$

$$L \text{ cable halógenos} = (4400\text{mm}) + 15 \%$$

$$L \text{ cable halógenos} = 5060\text{mm}$$

El cable de tierra debe ser tomado de un punto cercano a la estructura por lo que la longitud de este también varía, para este ejemplo se asume que la tierra alimentara a todos los accesorios que se encuentran en la parte inferior de la carrocería, es tomada desde el interior bajo el tablero, por lo

que la longitud desde este punto hasta el punto de ramificación de los halógenos y el motor de plumas sería aproximadamente 400mm, a esta se añade la distancia del recorrido del cable hacia los halógenos y el excedente de flexibilidad.

$$\text{L. cable halógenos} = (400\text{mm} + 800\text{mm} + 2000\text{mm}) + 15\%$$

$$\text{L. cable halógenos} = (3200\text{mm}) + 15\%$$

$$\text{L. cable halógenos} = 3680\text{mm}$$

Longitud del cable de luz de gradas.- Las lámparas de las luces de las gradas se encuentran frente a la caja de control, pero para seguir un orden lógico en la distribución de cables es necesario que esta recorra el arnés número 3 hasta el punto de ramificación que tiene una longitud de 1600mm y siga el trayecto del cableado de los halógenos hasta el halógeno derecho que sería de 2800mm, desde este punto se debe tomar una distancia aproximada de 1500mm para acercar este cable al puesto de las lámparas.

$$\text{L. cable luz gradas} = (1600\text{mm} + 800\text{mm} + 2000\text{mm} + 1500\text{mm}) + 15\%$$

$$\text{L. cable luz gradas} = (5900\text{mm}) + 15\%$$

$$\text{L. cable luz gradas} = 6785\text{mm}$$

El cable de tierra como ya se ha mencionado se toma desde el punto común que se encuentra a 400mm del punto de ramificación por lo que la longitud de este sería de:

$$\text{L. cable luz gradas} = (400\text{mm} + 800\text{mm} + 2000\text{mm} + 1500\text{mm}) + 15\%$$

$$\text{L. cable luz gradas} = (4700\text{mm}) + 15\%$$

$$\text{L. cable luz gradas} = 5405\text{mm}$$

Longitud del cable del soplador.- Este cable recorre por la parte interna del tablero, por lo cual la longitud de este sería tomada en cuenta desde el pin 87 del relé, que activa este accesorio hasta el soplador, este cable llegará hasta el punto de ramificación, que se encuentra aproximadamente a 1600mm, más la distancia de este punto al accesorio que aproximadamente sería de unos 800mm y el excedente de flexibilidad.

$$L \text{ cable soplador} = (1600\text{mm} + 800\text{mm})+15\%$$

$$L \text{ cable soplador} = (2400\text{mm})+15\%$$

$$L \text{ cable soplador} = 2760\text{mm}$$

La longitud del cable de tierra de es los 400mm desde el punto común hasta la ramificación del arnés, más la distancia tomada del accesorio y el excedente de flexibilidad.

$$L \text{ cable soplador} = (400\text{mm} + 800\text{mm})+15\%$$

$$L \text{ cable soplador} = (1200\text{mm})+15\%$$

$$L \text{ cable soplador} = 1380\text{mm}$$

Longitud del cable del inversor.- El inversor de voltaje para el radio y el DVD se encuentra ubicado cerca al soplador por lo cual las longitudes de los cables son similares, y su ruteo tiene el mismo trayecto.

$$L. \text{ cable soplador} = (1600\text{mm} + 800\text{mm})+15 \%$$

$$L. \text{ cable soplador} = (2400\text{mm})+ \%$$

$$L. \text{ cable soplador} = 2760\text{mm}$$

La longitud del cable de tierra tiene el mismo recorrido que el del soplador.

$$L. \text{ cable inversor} = (400\text{mm} + 800\text{mm})+15\%$$

$$L. \text{ cable inversor} = (1200\text{mm})+15 \%$$

$$L. \text{ cable inversor} = 1380\text{mm}$$

Antes de que esta ramificación llegue a la ubicación del accesorio, se realiza una nueva división en la cual los cables de alimentación positivos y negativos, son distribuidos, un par de cables para el inversor y el otro par son del inversor de voltaje. Esta división se la puede realizar a 500mm antes del final del cable formando una Y. A estos cables se los puede identificar ya que en su trayecto llevan pegados las cintas adhesivas con su codificación.

Longitud cable luces de bodega.- Como en los casos anteriores este cableado parte desde el pin 87 del relé y llega hasta el punto de ramificación

que sería de 1600mm. Este cable va a recorrer por todo el largo de la carrocería hasta la última bodega de la parte posterior. Para tomar su camino a las bodegas este cable debe bajar junto a los cables del chasis y seguir su trayectoria hasta la parte posterior de la caja de cambios, donde la carrocería debe tener un orificio pasante para arneses de cables como se muestra en la figura 150. Todo este trayecto tiene una distancia aproximadamente de 4000mm.

Desde este punto de entrada del arnés de cables hacia las bodegas tomando en cuenta que este se encuentra aproximadamente a 3000mm desde el frente de la carrocería, y asumiendo que el diseño de las bodegas es como hasta el momento se ha fabricado, tienen similitud a las carrocerías brasileras por lo que el cableado atravesaría en línea recta, la longitud del cable desde este punto sería de 10300mm mas el excedente para flexibilidad.

$$L. \text{ cable bodegas} = (1600\text{mm} + 4000\text{mm} + 10300\text{mm}) + 15\%$$

$$L. \text{ cable bodegas} = (15900\text{mm}) + 15\%$$

$$L. \text{ cable bodegas} = 18285\text{mm}$$



Figura 150. Orificio de carrocería con caucho pasante para arnés de cables
(Taller Eléctrico Chávez, 2014)

Además este cable debe llevar derivaciones empalmadas con terminales de unión, para que alimenten a los focos de las bodegas, esto depende del fabricante de la carrocería ya que de él depende la ubicación de cada uno de los focos. Para este caso se asumió que se van a distribuir 10 focos para todas las bodegas. En los extremos de estos cables se debe remachar el terminal que sea necesario para conectar al accesorio. Es común encontrara en el mercado luces para bodega con conexión para sócalo de 2 macho como se puede observar en la figura 151.



Figura 151. Luz bodega con conexión sócalo riel macho
(Aupic, 2013)

Para el cable de tierra se lo toma desde el mismo punto de los anteriores por lo que la longitud de este seria de:

$$L. \text{ cable bodegas} = (400mm + 4000mm + 10300mm) + 15\%$$

$$L. \text{ cable bodegas} = (14400mm) + 15\%$$

$$L. \text{ cable bodegas} = 16560mm$$

Longitud del cable de luces de pasillo.- Este cable prácticamente tendría la longitud exactamente igual que el anterior ya que esta también atraviesa toda la carrocería en línea recta desde adelantes hacia atrás

$$L. \text{ cable luz pasillo} = (1600mm + 4000mm + 10300mm) + 15\%$$

$$L. \text{ cable luz pasillo} = (15900mm) + 15\%$$

$$L. \text{ cable luz pasillo} = 18285mm$$

Para el cable de tierra se lo toma desde el mismo punto de los anteriores por lo que la longitud de este sería de:

$$L. \text{ cable luz pasillo} = 400\text{mm} + 4000\text{mm} + 10300\text{mm}) + 15\%$$

$$L. \text{ cable pasillo} = (14400\text{mm}) + 15\%$$

$$L. \text{ cable pasillo} = 16560\text{mm}$$

Como en el caso de las luces de bodega este también tendrá derivaciones para cada una de las lámparas las cuales deben ser echas remachando un terminal de unión para cada lámpara y protegiéndola con cinta aislante. La longitud y el lugar del empalme dependen de la ubicación de la luz de pasillo. Estas luces se encuentran bajo los asientos por lo que en el piso de la carrocería existen huecos pasantes, por donde atraviesan los cables. Comúnmente estos focos se colocan alternados entre asientos. En la figura 152 se muestra el cableado de alimentación de la luz de pasillo, que atraviesa el piso para llegar a dicha lámpara.

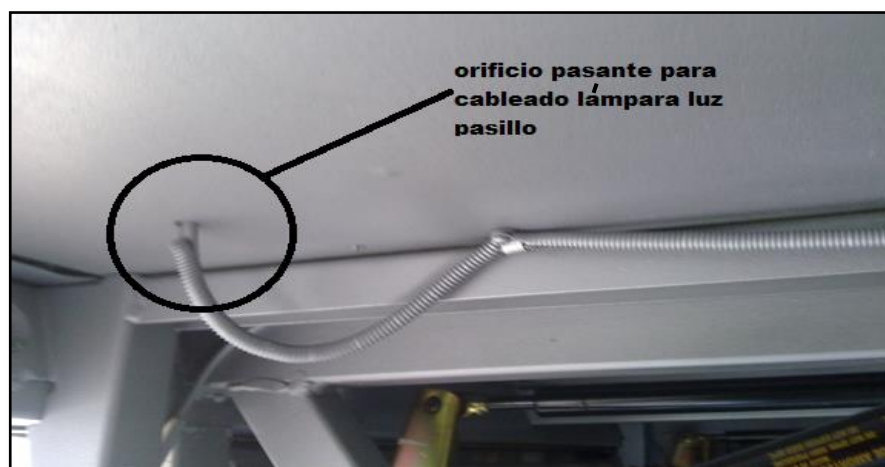


Figura 152. Orificio pasante para cableado luz de pasillo
(Taller Eléctrico Chávez, 2014)

Para obtener la longitud de cables que alimentan a los accesorios que se ubican en la parte superior de este tipo de carrocería, se toma en cuenta el ancho, alto y largo de la carrocería, ya que el cable atraviesa por todos estos puntos de la carrocería, como se puede observar en la figura 153, la posible ratificación de los arneses con los cables eléctricos, partiendo desde las

cajas de fusibles, pasando por las derivaciones, que finalmente distribuyen los cables hacia los accesorios eléctricos.

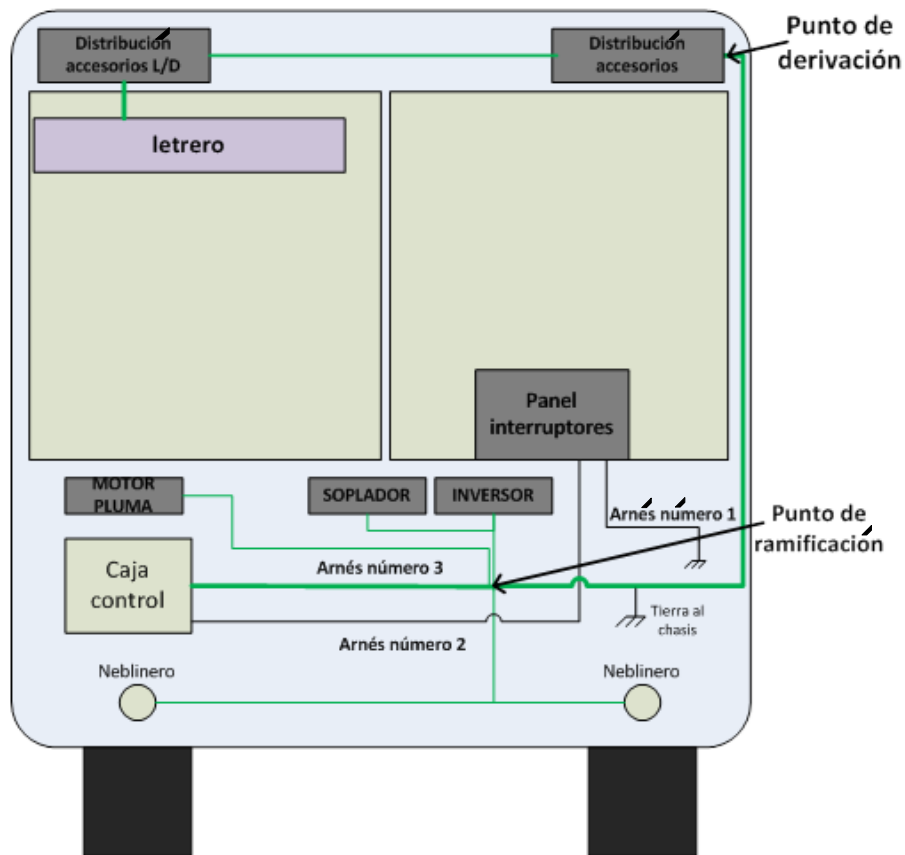


Figura 153. Distribución de accesorios frente

Longitud del cable de luces de salón.- Estas luces deben tener dos circuitos independientes, por lo que para la alimentación de estos accesorios se tendrá dos líneas de alimentación positiva y dos de alimentación negativa. Tomando en cuenta que la caja de control se ubica la en la parte inferior este cableado tendría una longitud de ancho 2300mm, de alto 2700mm, y en el punto se llega a las derivaciones para el lado posterior izquierdo que tendría una longitud de 13300mm, y para el lado posterior derecho que tendría una longitud de 15900mm. La longitud total de estos cables sería.

$$L. \text{ cable luz salon1} = ((\text{Ancho} + \text{alto} + \text{largo LI}) + 15\%)$$

$$L. \text{ cable luz salon1} = ((2300\text{mm} + 2700\text{mm} + 13300\text{mm}) + 15\%)$$

$$L. \text{ cable salon1} = 18300\text{mm} + 15\%$$

$$\begin{aligned}
 L. \text{ cable salon1} &= 21045\text{mm} \\
 \text{derivacion1} &= (\text{largo LD})+15\% \\
 \text{derivacion1} &= (15900\text{mm}+ 15\%) \\
 \text{derivacion1} &= 16695\text{mm}
 \end{aligned}$$

Como el cable de las luces de salón 2 tiene el mismo recorrido y distribución en la carrocería las dimensiones son las mismas:

$$\begin{aligned}
 L. \text{ cable luz salon2} &= (((\text{Ancho} + \text{alto} + \text{largo LI}) + 15 \%) \\
 L. \text{ cable luz salon2} &= ((2300\text{mm} + 2700\text{mm} + 13300\text{mm}) + 15\%) \\
 L. \text{ cable salon2} &= 18300\text{mm} + 15\% \\
 L. \text{ cable salon2} &= 21045\text{mm} \\
 \text{derivacion2} &= ((\text{largo LD})+15 \%) \\
 \text{derivacion2} &= (15900\text{mm}+ 15 \%) \\
 \text{derivacion2} &= 16695\text{mm}
 \end{aligned}$$

Para la alimentación de tierra al accesorio, se toma desde el mismo punto común del resto de accesorios, por lo que la distancia desde este punto aproximadamente sería de:

$$\begin{aligned}
 L. \text{ cable luz salon} &= (((\text{Ancho} + \text{alto} + \text{largo LI}) + 15\%) \\
 L. \text{ cable luz salon} &= ((400\text{mm} + 2700\text{mm} + 13300\text{mm}) + 15\%) \\
 L. \text{ cable salon} &= 16400\text{mm} + 15\% \\
 L. \text{ cable salon} &= 18860\text{mm} \\
 \text{derivacion} &= ((\text{largo LD})+ \%) \\
 \text{derivacion} &= (15900\text{mm}+15 \%) \\
 \text{derivacion} &= 16695\text{mm}
 \end{aligned}$$

Las medidas obtenidas son del cable principal de alimentación para llegar a cada accesorio se debe realizar otra derivación del cable uniéndolo por medio de empalmes con terminales de unión. Estos se los coloca de acuerdo a la ubicación de la lámpara. En la figura 154 se muestra las derivaciones que el cable tiene además del ruteo propuesto para la carrocería.

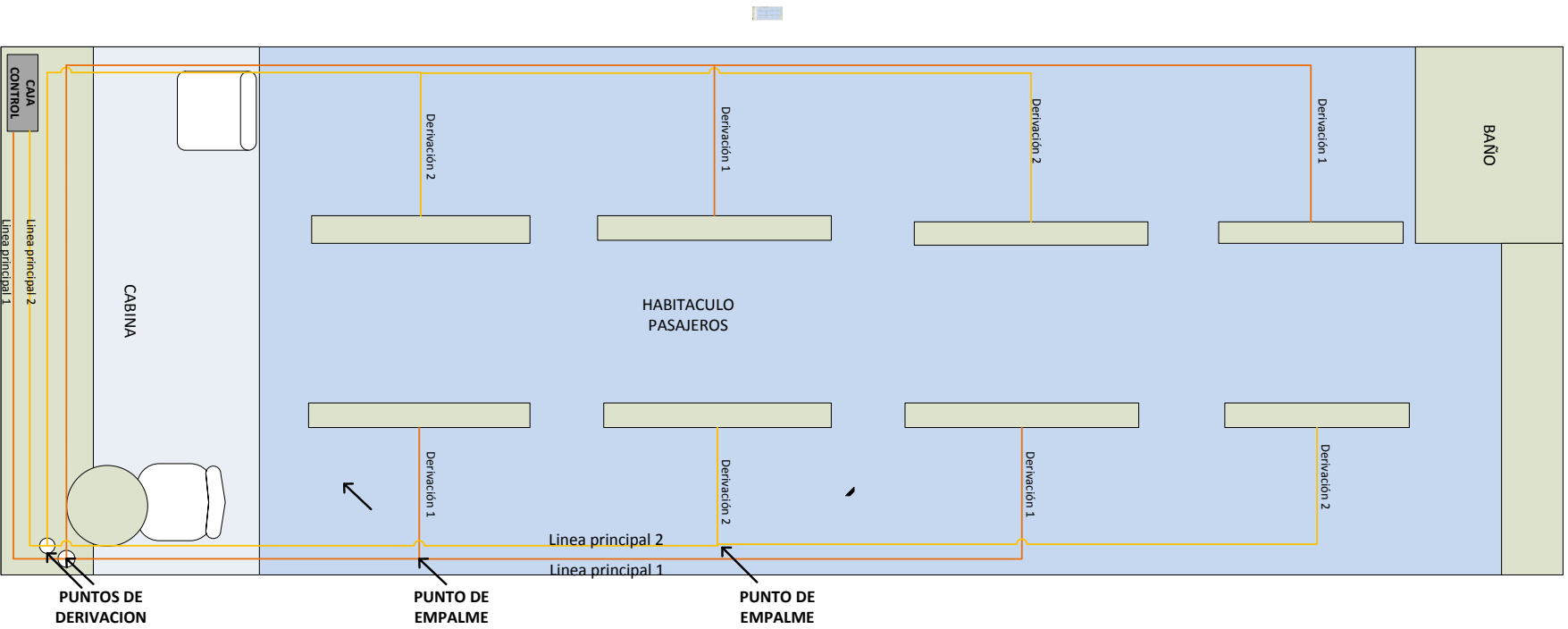


Figura 154. Distribución del cableado de luces salón 1 y 2

Longitud del cable de las luces de volumen.- En el anexo V se puede observar las tablas con de la distribución de las luces de volumen. Estas lámparas constan de un conjunto de cables de alimentación principal los cuales se distribuyen por varios puntos de la estructura para llegar a dichas lámparas. La longitud de estos cables de alimentación principal sería:

$$L. \text{ cable luz de volumen} = (\text{Ancho} + \text{alto} + \text{largo LI}) + 15\%$$

$$L. \text{ cable luz de volumen} = ((2300\text{mm} + 2700\text{mm} + 13300\text{mm}) + 15\%)$$

$$L. \text{ cable luz de volumen} = 18300\text{mm} + 15\%$$

$$L. \text{ cable luz de volumen} = 21045\text{mm}$$

$$\text{derivacion2} = ((\text{largo LD}) + 15\%)$$

$$\text{derivacion2} = (15900\text{mm} + 15\%)$$

$$\text{derivacion2} = 16695\text{mm}$$

La distribución del cableado de las lámparas de salón, se toma como guía para obtener la longitud del cableado para las luces de número de asientos y luces de lectura. Para estos dos accesorios el recorrido y la distribución es exactamente la misma. Para las luces de salón solo se empalmara hasta 5 derivaciones, pero para las luces de asientos y de lectura se empalmara una línea de derivación positiva y negativa por cada pareja de asientos como se muestra en la figura 155.

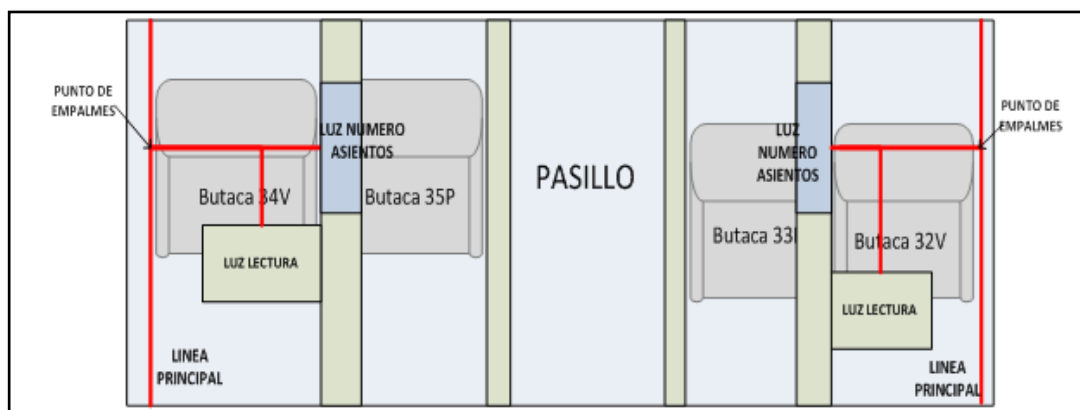


Figura 155. Líneas de alimentación luz lectura y luz número asientos

Longitud del cable de la luz de números de asientos.- La longitud aproximada del cableado principal de alimentación de positivo de la luz de los números de asientos sería:

$$L. \text{ cable luz numero asiento} = (((\text{Ancho} + \text{alto} + \text{largo LI}) + 15\%)$$

$$L. \text{ cable luz numero asiento} = ((2300\text{mm} + 2700\text{mm} + 13300\text{mm}) + 15\%)$$

$$L. \text{ cable luz numero asiento} = 18300\text{mm} + 15\%$$

$$L. \text{ cable luz numero asiento} = 21045\text{mm}$$

$$\text{derivacion LD} = ((\text{largo LD})+15\%)$$

$$\text{derivacion LD} = (15900\text{mm}+15\%)$$

$$\text{derivacion1} = 16695\text{mm}$$

Longitud de cableado de la luz de lectura.- La longitud aproximada del cableado principal de alimentación de positivo de la luz de lectura sería:

$$L. \text{ cable luz de lectura} = (((\text{Ancho} + \text{alto} + \text{largo LI}) + 15\%)$$

$$L. \text{ cable luz de lectura} = ((2300\text{mm} + 2700\text{mm} + 13300\text{mm}) + 15\%)$$

$$L. \text{ cable luz de lectura} = 18300\text{mm} + 15\%$$

$$L. \text{ cable luz de lectura} = 21045\text{mm}$$

$$\text{derivacion LD} = ((\text{largo LD})+15\%)$$

$$\text{derivacion LD} = (15900\text{mm}+15\%)$$

$$\text{derivacion1} = 16695\text{mm}$$

Para la alimentación de negativo se tomaría en cuenta el punto común de tierra y la longitud de este cable para los dos accesorios sería de:

$$L. \text{ cable tierra} = (((\text{Ancho} + \text{alto} + \text{largo LI}) + 15\%)$$

$$L. \text{ cable tierra} = ((400\text{mm} + 2700\text{mm} + 13300\text{mm}) + 15\%)$$

$$L. \text{ cable tierra} = 16400\text{mm} + 15\%$$

$$L. \text{ cable tierra} = 18860\text{mm}$$

$$\text{derivacion LD} = ((\text{largo LD}) + 15\%)$$

$$\text{derivacion LD} = (15900\text{mm} + 15\%)$$

$$\text{derivacion LD} = 18285\text{mm}$$

Las derivaciones secundarias que cada cable principal de alimentación tendría una longitud máxima de 600mm. Las derivaciones secundarias son aquellos cables que se empalman a las líneas principales de alimentación, como se puede observar en la figura 154.

Longitud cable luz y extractor de baño: Como el resto de accesorios, estos también parten del pin 87 del relé hasta la parte superior, siguiendo el trayecto del arnés tres, llegando al punto de derivación, en este caso el cable no se deriva y sigue su recorrido hacia el lado derecho y finalmente hacia atrás. Por lo cual la longitud de este cable sería:

$$L. \text{ cable luz y extractor baño} = ((\text{Ancho} + \text{alto} + \text{largo LD}) + 15\%)$$

$$L. \text{ cable luz y extractor baño} = ((2300\text{mm} + 2700\text{mm} + 15900\text{mm}) + 15\%)$$

$$L. \text{ cable luz y extractor baño} = 20900\text{mm} + 15\%$$

$$L. \text{ cable luz y extractor baño} = 24035\text{mm}$$

El mismo criterio se utilizaría para el cableado de alimentación de tierra, en este caso tomando en cuenta el punto de partida que sería:

$$L. \text{ cable luz y extractor baño} = ((\text{Ancho} + \text{alto} + \text{largo LD}) + 15\%)$$

$$L. \text{ cable luz y extractor baño} = ((400\text{mm} + 2700\text{mm} + 15900\text{mm}) + 15\%)$$

$$L. \text{ cable luz y extractor baño} = 19000 + 15\%$$

$$L. \text{ cable luz y extractor baño} = 21850\text{mm}$$

Longitud cables de pantallas.- el cableado de alimentación de las pantallas recorre por el lado izquierdo de la carrocería, por lo que la longitud de este sería de aproximadamente:

$$L. \text{ cable pantallas} = ((\text{Ancho} + \text{alto} + \text{largo LI}) + 15\%)$$

$$L. \text{ cable de pantallas} = ((2300\text{mm} + 2700\text{mm} + 13300\text{mm}) + 15\%)$$

$$L. \text{ cable de pantallas} = 18300\text{mm} + 15\%$$

$$L. \text{ cable de pantallas} = 21045\text{mm}$$

La longitud del cable de alimentación de tierra sería de:

$$L. \text{ cable pantallas} = ((\text{Ancho} + \text{alto} + \text{largo LI}) + \%)$$

$$L. \text{ cable de pantallas} = ((400\text{mm} + 2700\text{mm} + 13300\text{mm}) + \%)$$

$$L. \text{ cable de pantallas} = 16400\text{mm} + 15\%$$

$$L. \text{ cable de pantallas} = 18860\text{mm}$$

Longitud de cable de letrero.- El letrero se encuentra en la parte superior, delantera por lo que la longitud del cable sería de:

$$L. \text{ cable de letrero} = ((\text{Ancho} + \text{alto} + \text{largo LD}) + 15 \%)$$

$$L. \text{ cable de letrero} = ((2300\text{mm} + 2700\text{mm} + 2600\text{mm}) + 15 \%)$$

$$L. \text{ cable de pantallas} = 7600\text{mm} + 15\%$$

$$L. \text{ cable de pantallas} = 8740\text{mm}$$

Longitud luz de cabina.- Se encuentra ubicada en la parte central de la cabina por lo que el cableado de este accesorio debe recorrer similar trayecto que el de la luz del letrero, por lo cual la longitud del cableado para esta lámpara sería de:

$$L. \text{ cable de luz cabina} = ((\text{Ancho} + \text{alto} + \text{largo LD}) + 15 \%)$$

$$L. \text{ cable de luz cabina} = ((2300\text{mm} + 2700\text{mm} + 1300\text{mm}) + 15 \%)$$

$$L. \text{ cable de luz cabina} = 6300\text{mm} + 15\%$$

$$L. \text{ cable de luz cabina} = 7245\text{mm}$$

Opcional.- Si la caja de fusibles se ubica en la parte superior, sobre el puesto del chofer se debe tomar en cuenta las medidas del bus y los lugares donde pueden estar ubicados los accesorios. Para tener una idea cercana de la longitud de los cables es recomendable tomar las medidas de las carrocerías ya establecida por las normas INEN.

2. Terminales utilizados en el arnés.- todos los cables de este arnés parten desde la caja de relés, del pin número 87 de cada relé, por lo cual en

este extremo cada uno de los cables va a llevar remachado un terminal de riel hembra que se embone en el sócalo del relé. Para el extremo del cable que llega a cada accesorios se debe también remachar terminales de riel hembras y de preferencia utilizar sócalos de 2 pines. En el que un pin es para corriente positiva y el otro es de alimentación de tierra tal como se muestra en la figura 156.

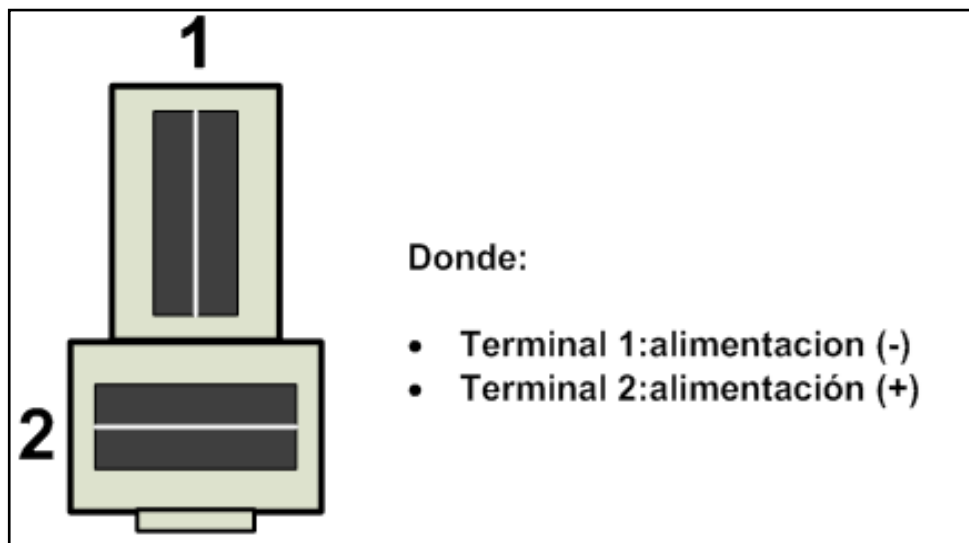


Figura 156. Sócalo de 2 pines para accesorio

3. Forrado del conjunto de cables.- Cada cable ya se encuentra marcado con el código de identificación y tiene la longitud necesaria para atravesar por los puntos de ruteo del arnés, es recomendable unir el conjunto de cables con varias vueltas de cinta aislante en distintos puntos, dejando los cables que van a formar las ramificaciones en las distancias previstas. En la figura 157 se muestra los puntos y las distancias a las cuales se realiza las ramificaciones del arnés número 3.

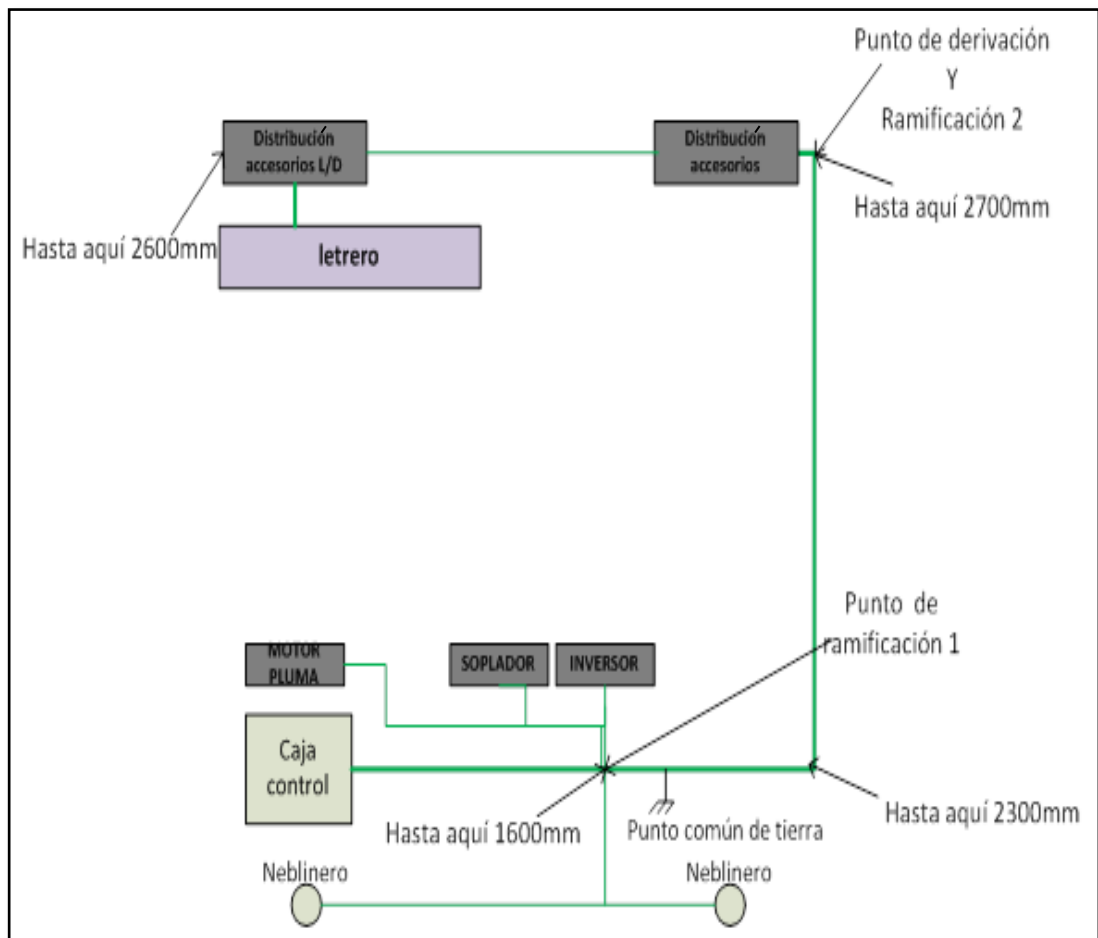


Figura 157. Puntos de ramificación arnés 3

Punto de ramificación número 1.- Se debe dividir los cables de los accesorios que se encuentran dentro del habitáculo que en este caso serían los el cable del soplador y el cable del inversor.

En la otra ramificación de este punto se tiene los cables de los accesorios que van fuera del habitáculo, o que su cableado sea ruteado por fuera. Entre estos accesorios se encuentran los cables de los neblineros, cables del motor de plumas, cables de las luces de gradas, luz de bodega y luz de pasillo.

Punto de ramificación número 2.- En este punto se tiene dos divisiones grandes las cuales transportan las derivaciones de los cables principales de alimentación. A la derivación que alimenta el lado izquierdo se la denomino LI y la derivación que alimenta se la denoto como LD.

Además del conjunto de cables que se derivan a LI, se encuentran los cables de alimentación de las pantallas, de los cables de audio del lado izquierdo y cables de señal de video. En el conjunto de cables que se derivan a LD, se adjuntan los cables de la luz y extractor de baño y cables de audio del lado derecho.

4.3.2. RUTEO Y DISTRIBUCIÓN DEL CABLEADO POR LA CARROCERÍA

4.3.2.1. Traspaso del arnés a través de la estructura

El arnés de cables debe atravesar por varios perfiles que componen la estructura, en los cuales el fabricante de la carrocería debe hacer orificios pasantes o dejar un mecanismo para fijación de abrazaderas, en la figura 158 se puede observar la estructura de una carrocería Marcopolo Paradiso 1200 que tiene un agujero pasante para el arnés de cables.



Figura 158. Agujero para paso de arneses

(Taller Eléctrico Chávez, 2014)

En caso de que en la estructura no se deje agujeros pasantes para los diversos arneses, se debe fijar los arneses con amarras o abrazaderas, sean estas partes de la estructura o sean de las que se consigue en los proveedores de sistema eléctrico, en la figura 159 se puede observar la forma de fijar el conjunto de arneses, utilizados por los fabricantes de carrocerías brasileras Busscar, carrocería Busscar Jumbus 360.



Figura 159. Fijación de arneses, carrocería Busscar Jumbus 360
(Taller Eléctrico Chávez, 2014)

En la figura 160 se puede observar el arnés de cables que pasa desde las bodegas para equipaje hasta el habitáculo de pasajeros, también se puede observar las abrazaderas de fijación a la estructura de carrocería Marcopolo Paradiso 1200 de transportes Ecuador.



Figura 160. Fijación y paso de arnes, carrocería Marcopolo Paradiso 1200
(Taller Eléctrico Chávez, 2014)

4.3.2.2. Distribución del arnés de cables por la parte superior de la carrocería

En la figura 161 se puede observar la distribución del arnés número 3 y las diversas derivaciones que alimenta a los accesorios del habitáculo, este arnés atraviesa por la parte intermedia entre el techo interior y el techo exterior de la carrocería.

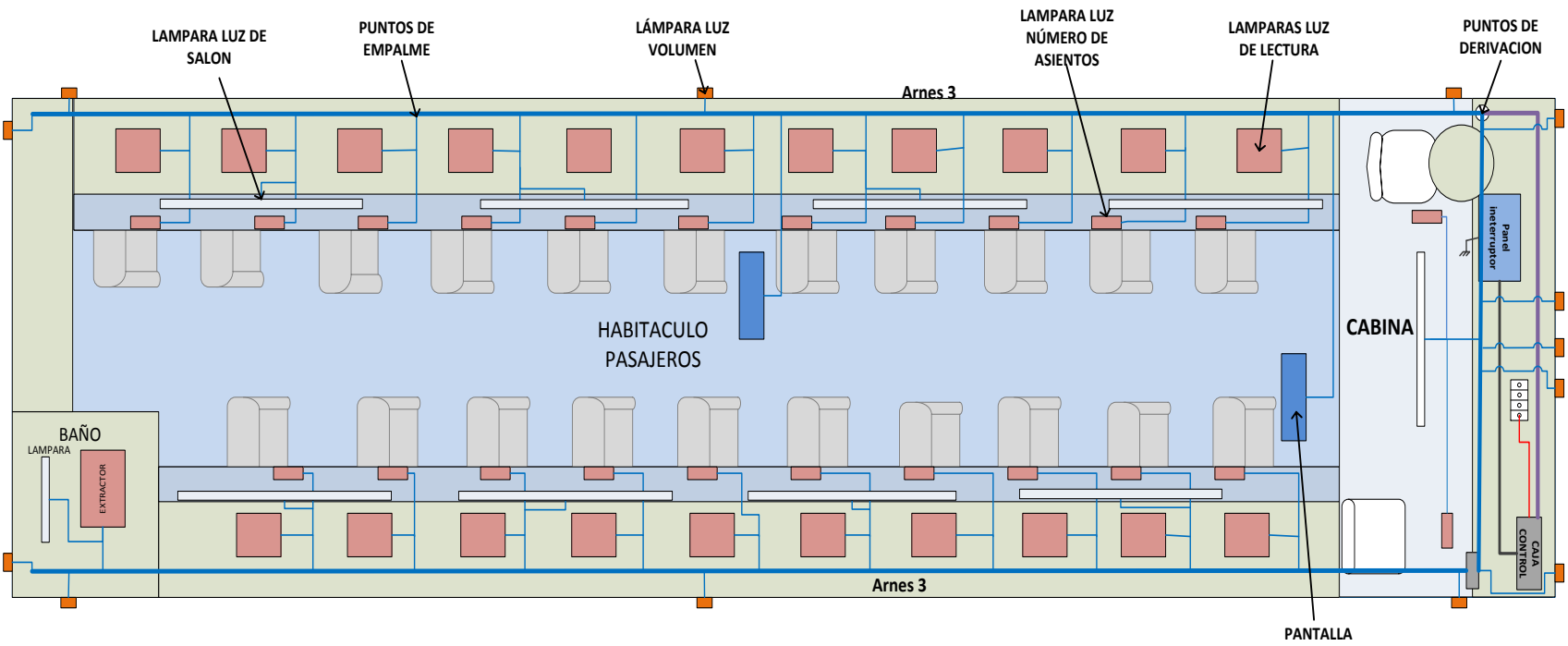


Figura 161. Distribución y ruteo de arnés número 3 parte superior

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- En la presente tesis, se presentó una propuesta de diseño para el sistema de cableado eléctrico y su ruteo a través de la carrocerías de bus de transporte de pasajeros, el cual cumple con los requerimientos mínimos que establecen las normas vigentes en el país, además se incorporó métodos utilizados por carrocerías extranjeras, reduciendo así las posibilidades de que se provoque siniestros por cortocircuitos y daños prematuros en los sistemas eléctricos de las unidades.

- La propuesta de diseño del cableado eléctrico y su ruteo en las carrocerías para autobuses de transporte de pasajeros se realizó con base en el muestreo de las instalaciones del sistema de cableado eléctrico de 153 unidades de transporte de pasajeros, construidas en el Ecuador, que realizan los mantenimientos eléctricos en el Taller Eléctrico Chávez; se encontró los siguientes resultados:
 - El 73% de las unidades de transporte de pasajeros de fabricación nacional presentaron problemas de recalentamiento de las instalaciones eléctricas originales por manipulación

 - El 57% de las unidades de transporte de pasajeros de fabricación nacional presentaron problemas de humedad en las cajas de fusibles e interruptores, debido principalmente a su mala ubicación causando fallas eléctricas.

 - El 97% de las unidades de transporte de pasajeros de fabricación nacional presentaron problemas de desorganización del cableado y no cuentan con un orden lógico a través de la estructura; ocasionando estiramiento del sistema de cableado eléctrico y provocando cortocircuitos.

- La propuesta de diseño del cableado eléctrico y su ruteo en las carrocerías para autobuses de transporte de pasajeros se realizó considerando los siguientes criterios:

- Tamaño de las unidades de transporte de pasajeros y tipo de servicio de transporte que se ofrece.
- Diseño de los circuitos considerando el número de accesorios de acuerdo a la norma INEN 1155 “Requerimientos mínimos de iluminación”
- Cálculos de consumo de corriente, considerando si los requisitos mínimos de iluminación cumplen con el máximo de cargas eléctricas que soporta el alternador.
- Selección de cables, de acuerdo a las características técnicas AWG, y al consumo de corriente de los accesorios de las unidades de transporte de pasajeros. Se recomienda utilizar el cable N° 16 AWG, el cual soporta un máximo de corriente de 18 A. con una resistencia imperceptible en las longitudes utilizadas en las carrocerías de buses.
- La organización del cableado eléctrico, se la realiza mediante la codificación de los cables, lo que facilita la distribución de los mismos dentro de las carrocerías de transporte de pasajeros, así como también, facilita los mantenimientos del sistema de cableado eléctrico.
- La longitud del cableado eléctrico se determinó a partir de las dimensiones establecidas para las carrocerías definidas por la norma INEN 2205, considerando también que el cableado eléctrico debe tener un excedente para flexibilidad aproximado al 15% de la longitud de las medidas de la carrocería.
- La instalación de los sistemas de cableado eléctrico en las carrocerías de los autobuses de transporte de pasajeros, se establecieron los siguientes procedimientos:
 - El armado del sistema de cableado eléctrico, considera el dimensionamiento del arnés de cables, la forma de conectar los terminales a los cables, y la forma en que se debe forrar los arneses de cables.

- El ruteo y la distribución del cableado eléctrico a través de la carrocería, se definió a partir de las vistas de la unidad de transporte, en las cuales se señala los posibles puntos por los cuales se distribuye el cableado eléctrico.
- Se presentó un diseño estándar de un cableado eléctrico para carrocerías de autobuses de pasajeros, considerando el diseño del circuito de conexión de accesorios de toda la carrocería, además de los bosquejos de la distribución del cableado eléctrico, que al aplicarse en las unidades nuevas de transporte se estandariza el sistema de cableado eléctrico.

5.2. RECOMENDACIONES

- Esta propuesta de diseño debería ser utilizada por los fabricantes de carrocerías, para mantener una guía estándar de la fabricación de cableado eléctrico para unidades de transporte de pasajeros.
- Para evitar la manipulación indebida y sin criterio técnico las empresas de fabricación de carrocería debería impartir cursos de capacitación y entrenamiento técnicos a los operarios de las fábricas de carrocerías, referentes a la instalación adecuada de accesorios dentro de los sistemas de cableado eléctrico automotriz.
- Las empresas fabricantes de carrocerías podrían utilizar aislantes de tipo sellante, para unir los perfiles que componen el habitáculo de las mismas. Para evitar que la humedad se filtre por los agujeros pasantes, lo mismos que son diseñados para que el conjunto de arneses atraviesen los perfiles de la estructura, se debe aplicar los aislantes de tipo sellante al contorno del agujero pasante.
- El fabricante de la carrocería debería emitir una guía de usuario, del sistema eléctrico con la ubicación y distribución de los fusibles, relés y codificación del sistema de cableado eléctrico.
- Para garantizar el cumplimiento de las normas, los puntos de revisión técnica vehicular, deberían establecer parámetros estandarizados de inspección visual. Este mismo tipo de acciones deberían replicarse a nivel nacional en los diferentes puntos de revisión vehicular.
- Es recomendable que los fabricantes de carrocería realicen un análisis adecuado de la ubicación de todos los elementos correspondientes a la Caja de Control.
- Para ayudar con el estudio del sistema de cableado eléctrico y ampliar este tema, se podría realizar nuevos estudios de los accesorios de

última tecnología, que se están incorporando en las unidades de transporte de pasajeros.

GLOSARIOS

Arnés de cables: Conjunto de cables eléctricos que se agrupan en un protector aislante de goma o caucho para evitar averías y facilitar el montaje.

Bornera: Mecanismo eléctrico utilizado para alimentar con corriente a varios cables desde una fuente en común.

Carrocerías.- La carrocería para bus es la parte del vehículo en la que reposan los pasajeros, además es la encargada de soportar todos los accesorios de protección, confort, aislamiento y recubrimiento para brindar comodidad y seguridad al pasajero. Está compuesta de piezas unidas entre sí, por medio de soldadura, remaches y pegas especiales.

Cauchos pasantes: Es el caucho que se coloca en un orificio realizado en un perfil de una estructura, con el fin de cubrir rebabas existentes por el corte del perfil o de la estructura.

Cerebro de luces: Es el mecanismo encargado de energizar por etapas a las diferentes luces principales de un vehículo.

Chasis.- es la estructura interna que sostiene y aporta rigidez y forma a un vehículo, además integra y sujeta tanto los componentes mecánicos, como el grupo moto propulsor y la suspensión de las ruedas, motor incluyendo la carrocería.

Directrices de carrozado: es el conjunto de guías y procedimientos para la fabricación de una carrocería sobre un chasis. Emitidos por el fabricante del chasis

Entorchamientos: Trenzado que se hace a dos cables en sus extremos para unirlos y formar un solo cable.

Eta de potencia: Trayecto por el cual un sistema eléctrico transmite energía con gran intensidad a su consumidor.

Flasher: Dispositivo electrónico utilizado en el campo automotriz para hacer destellas las luces de dirección o estacionamiento.

Fusible: Componente eléctrico hecho de un material conductor, generalmente estaño, que tiene un punto de fusión muy bajo y se coloca en un punto del circuito eléctrico para interrumpir la corriente cuando esta es excesiva.

Orificio pasante: orificio fabricado en un perfil de una estructura para permitir el paso de objetos como arneses de cables, mangueras etc.

Parantes: Estructura metálica diseñada para soportar o fijar mecanismos.

Rebabas: Porción de materia sobrante del proceso de soldadura o corte de superficies, que forma resalto en los bordes o en las superficies de un objeto cualquiera.

Sikaflex: Es un sellador elástico de alto desempeño para unir superficies.

Sócalo: Mecanismo utilizado en electricidad o electrónica para unir arneses de cables o accesorios con sus cables de alimentación. Conocido también en inglés como socket.

Volksbus: Es la variante que tiene la marca Volkswagen para definir a las unidades de chasis para bus.

W: Unidad de vatios.

BIBLIOGRAFÍA

(s.f.).

16 valvulas. (5 de 7 de 2013). Recuperado el 4 de 2 de 14, de noticias de autos: <http://www.16valvulas.com.ar/los-chasis-volkswagen-estan-presentes-en-transpublico-2013/> 3M. (2010). CATALOGO 3M. En 3M, *CATALOGO PRODUCTOS ELECTRICO 3M* (págs. 36-43).

aficionados a la mecanica . (s.f.). Recuperado el 18 de 05 de 2014, de motor limpiaparabrisas: <http://aficionadosalamecanica.com/limpiaparabrisas-motor.htm>

alibaba.com. (s.f.). Recuperado el 12 de 04 de 2014, de 7 pulgadas de alta calidad de red independiente estándar de autobús de pantalla lcd: <http://spanish.alibaba.com/p-detail/17-pulgadas-de-alta-calidad-de-red-independiente-est%C3%A1ndar-de-autob%C3%BAs-de-pantalla-lcd-300000566152.html>

Alibaba.com Hong Kong Limited y licenciarios. (2012). *KD STORE.* Recuperado el 09 de 06 de 2014, de KD STORE: http://www.google.com.ec/imgres?imgurl=http%3A%2F%2Fimg.alibabacom%2Fimg%2Fpb%2F592%2F000%2F595%2F595000592_994.jpg&imgrefurl=http%3A%2F%2Fes.aliexpress.com%2Fitem%2F100PCS-lot-12V-DC-70-80A-Automotive-Auto-Relays-5-wire-Relay-Socket-With-Harness-10205%2

Aupic. (s.f.). Recuperado el 18 de 06 de 2014, de Aupic: <http://www.upicsa.com/suministros/luces-de-matriculas-131>

AUTObodymagazine. (s.f.). Recuperado el 12 de 11 de 2013, de http://www.autobodymagazine.com.mx/abm_previo/2012/06/la-bateria-del-automovil/

bosh, b. (s.f.). *catalogo bosh.* Recuperado el 05 de 09 de 2013, de catalogobosch.com/BibliotecaPDF_es/Baterías/Baterías_Manual.pdf

Bus tipo mercedes benz 2004. (18 de 01 de 2014). Recuperado el 15 de 05 de 2014, de <http://quito.olx.com.ec/bus-tipo-mercedes-benz-2004-iid-590475765>

busologod. (01 de 07 de 2012). Recuperado el 18 de 04 de 2014, de http://4.bp.blogspot.com/-iVBhmx8JNFA/T_DfP2e67TI/AAAAAAAAABas/2pez5Xwpx2k/s1600/IMG02527.jpg

carrocerias, m. (2013). *manual de entrenamiento para clientes marcopolo.* brasil.

CEPE/ONU. (2006). reglamento 107.

COACH, V. B. (s.f.). SISTEMA ELECTRICO . En V. B. COACH, *GUIA FABRICANTES DE CARROCERIA* (págs. 2-9).

conexion serie y paralelo varias baterias. (s.f.). Recuperado el 13 de 04 de 2014, de mppisolar: <http://www.mpptsolar.com/es/baterias-serie-paralelo.html>

Construccion de un bus. (06 de 10 de 2012). Recuperado el 08 de febrero de 2014, de <http://construcciondelbusviniounda.blogspot.com/2012/10/construccion-de-un-bus-para-todas-las.html>

DiarioElComercio. (5 de septiembre de 2010). *elcomercio.com*. Recuperado el septiembre de 2013, de http://www.elcomercio.com/seguridad/carrocerias-mal-hechas-causan-accidentes_0_329967062.html

direct industry. (s.f.). Recuperado el 14 de 03 de 2014, de manguras de proteccion: http://www.google.com.ec/imgres?imgurl=http%3A%2F%2Fimg.directindustry.es%2Fimages_di%2Fphoto-g%2Ftubos-anillados-ranurados-proteccion-cables-14226-3010329.jpg&imgrefurl=http%3A%2F%2Fwww.directindustry.es%2Fprod%2Fmurrplastik-systemtechnik%2Ftubos-anillad

educa2madrid. (s.f.). Recuperado el 19 de 03 de 2014, de <http://www.google.com.ec/imgres?imgurl=http%3A%2F%2Fwww.voltimum.es%2Ffiles%2Fes%2Ffilemanager%2F2007%2FNOVIEMBRE%2FAT%2Fcables.jpg&imgrefurl=http%3A%2F%2Fwww.educa2.madrid.org%2Fweb%2F david.caste llomateo%2Fpresentacion%2F-%2Fbook%2Fpresentacion%3Bjsessio>

electricidad del automovil. (s.f.). Recuperado el 14 de 06 de 2014, de circuito de iluminacion del automovil: http://www.google.com.ec/imgres?imgurl=http%3A%2F%2Fwww.tecnoficio.com%2Felectricidad%2Fimages%2Fpalanca%252520de%252520cambio%252520de%252520luces.jpg&imgrefurl=http%3A%2F%2Fwww.tecnoficio.com%2Felect ricidad%2Felectricidad_del_automotor11.php&h=288&w=268

EMSSI. (08 de 2007). Recuperado el 9 de 06 de 2014, de http://www.google.com.ec/imgres?imgurl=http%3A%2F%2Fwww.emssiweb.com%2F2IMuneadLimin%2Finstalacion%2Fis_5493.jpg&imgrefurl=http%3A%2F%2Fwww.emssiweb.com%2Finstalaciones%2F106-stil-audio-xavier-martinez-317.html&h=480&w=640&tbnid=wH4PBVf343Z6-M%3A&zoom=1&d

FRANCOABORDOTIENDA. (s.f.). Recuperado el 23 de 04 de 2014, de <http://www.francobordo.com/fusibles-portafusibles-caja-fusibles-con-indicadores-led-p-336022.html>

GUEVARA, M. (2011). CARROCERIA LLERENA: HACE FALTA DONDE CAPACITARSE. *BUEN VIAJE*, 25.

INEN. (2009). 1 323.

INEN. (2009). 11 55. En INEN, *VEHICULOS AUTOMOTORES, DISPOSITIVOS PARA MANTENER O MEJORAR LA VISIBILIDAD* (págs. 1-2).

INEN. (2009). 1323. En INEN, *VEHICULOS AUTOMOTORES. CARROCERIAS DE BUSES.REQUISITO*.

INEN. (2010). 038. En I. RTE, *BUS URBANO*.

INEN. (2010). 043. En I. RTE, *BUS INTERPROVINCIAL E INTRAPROVINCIAL*.

INEN. (2010). 2205. En INEN, *VEHICULOS AUTOMOTORES. BUS URBANO. REQUISITOS*.

INEN. (2011). 041. En INEN, *VEHÍCULOS DE TRANSPORTE ESCOLAR*.

Instituto Nacional de Estadística y censos. (2009). Diagnostico del sector Autmotriz. Ecuador.

López, F. (2013). "Aplicación de Elementos Estadísticos de Control de . Ambato, Tungurahua, Ecuador.

López, F. D. (2013). Aplicación de Elementos Estadísticos de Control de tiempos en el Proceso de Producción Estructural de Autobuses y su impacto en los costos de producción de la empresa DAVMOTOR CÍA. LTDA. Periodo Julio - Diciembre 2011. Ambato.

Ministerio de Educación, C. y. (2007). *VEHÍCULOS DE TRANSPORTE DE PASAJEROS DE DOBLE PISO*. ARGENTINA.

Para estudiantes y profesionales de la automoción. (s.f.). Recuperado el 14 de 03 de 2014, de http://www.google.com.ec/imgres?imgurl=http%3A%2F%2Fprofessionalautomotive.files.wordpress.com%2F2011%2F09%2Falternador-corte_2.jpg&imgrefurl=http%3A%2F%2Fprofessionalautomotive.wordpress.com%2F2012%2F06%2F30%2Fel-alternador-principio-de-funcionamiento%2F

prestolite. (s.f.). Recuperado el 05 de 09 de 2013, de prestolite: prestolite.com.ar/images/catalogos/2010/manual%20de%20alternadores.pdf

pronto computer solutions. (s.f.). Recuperado el 12 de 2 de 2014, de http://www.prontocomputers.com.ar/prom_cad3d_carroce.html

QUE BARATO! (14 de 03 de 2012). Recuperado el 2 de 04 de 2014, de http://pichincha.quebarato.com.ec/quito/vendo-microbus-escolar-con-o-sin-puesto__6BE05E.html

ravs. (03 de 04 de 2011). Recuperado el 06 de 05 de 2014, de informacion tecnica del sistema automotriz: <http://aaautomotriz.blogspot.com/2011/04/reles-de-uso-automotriz-rele-relay.html>

rochadesenho. (28 de 5 de 2010). Recuperado el 4 de 02 de 2014, de rochadesenho: <http://rochadesenhos.blogspot.com/2010/05/miqqonos-travel-volksbus-9-150-eod.html>

SAMPIERI, FERNANDEZ Y BAPTISTA. (2003). *METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION*. MEXICO DF: MC GRAW HILL INTERAMERICANA.

SANCHEZ, L. (2014). *BUSECUADOR*. Recuperado el 2 de 03 de 14, de BUSECUADOR: <http://www.busecuador.com/>

SONARMX. (2014). Recuperado el 3 de 18 de 2014, de Como elegir tus extensiones eléctricas o cables de corriente: <http://sonarmx.com/blog/2012/04/como-elegir-tus-extensiones-electricas-o-cables-de-corriente/>

test de manejo y funcionamiento. (2006). Recuperado el 20 de 03 de 2014, de http://www.solobus.com.ar/testdrive_starbus.htm

tets de manejo y funcionamiento. (10 de 2005). Recuperado el 18 de 06 de 2014, de http://www.solobus.com.ar/testdrive_volvo.htm#top

Tica Bus Terminado - Irizar Century con nuevo diseño y luces... (s.f.). Recuperado el 15 de 06 de 2014, de http://1.bp.blogspot.com/_CQ6Co-2pdKI/TTD-rIAiKdl/AAAAAAAAA08/kFq0xnerj8E/s320/Irizar%2BCentury%2BScania%2BK124IB%2BTica%2BBus%2BUnidad%2B107%2BCentroamerica%2B077.JPG

TIRADO, S. (2009). CABLES ELECTRICOS. En S. TIRADO, *CABLES ELECTRICOS* (pág. 6). BOLIVAR .

unidas, C. E. (2006). Reglamento no 107 (CEPE/ONU),. En *Reglamento no 107 (CEPE/ONU)*,. ESPAÑA.

UNIVERSIDAD TECNICA NACIONAL DE ARGENTINA. (2007). Vehiculos de Transporte Automotor de Pasajeros de Doble Piso. En U. T. Argentina, *Estudio Técnico: evaluacion de condiciones de seguridad* (págs. 27-28).

VOLKSWAGEN. (2008). *Diretrizes_ Espanhol_2008_cap1*. En VW, *DIRECTRICES*.

VOLKSWAGEN. (2009). Capítulo 10 - Montaje de la Carrocería. En *Diretrizes de Encarroçamento – Volksbus*. BRASIL.

VOLKSWAGEN. (2009). Cuidados Especiales con Motor y Equipamientos Electrónicos. En *Diretrizes_ Espanhol_2008_cap12*.

VOLKSWAGEN. (2009). *DIRECTRICES SOBRE CARROZADO- CHASIS VOLKSBUS OMNIBUS*. BRASIL.

VOLKSWAGEN. (2009). *Diretrizes_ Espanhol_2008_cap12*. En VW, *DIRECTRICES*.

VOLKSWAGEN. (2009). *Diretrizes_ Espanhol_2008_cap7*. En VW, *DIRECTRICES* (págs. 7,125-7,140).

VOLKSWAGEN. (2009). *Diretrizes_ Espanhol_2008_cap9*. En VW, *DIRECTRICES*.

VOLKSWAGEN. (2009). Standard Bus Procurement Guidelines. En VW, *DIRECTRICES*.

VOLKSWAGEN. (2009). VW 17.240 OD_Esquema Eletrico. En VW, *DIRECTRICES*.

VOLKSWAGEN. (2009). VW 17.210 OD_Esquema Eletrico. En VW, *DIRECTRICES*.

ANEXOS

ANEXO I

TABLAS CON CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS ELÉCTRICAS BUS Y MICROBÚS VOLKSWAGEN (ALTERNADOR Y BATERÍAS)

BUS VW 17.210 OD

MODELO VW	17210
SISTEMA ELECTRICO	
TENSION DEL SISTEMA	24
BATERIAS (UNIDADES)	2X 12VOLTIOS
BATERIAS CAPACIDAD (Ah)	2 X 135
BATERIAS TIPO	LIBRE DE MANTENIMIENTO
ALTERNADOR (UNIDADES)	1
ALTERNADOR (CAPACIDAD)	80AMP./28VOLTIOS
MOTOR DE ARRANQUE MARCA/POTENCIA	PRESTOLITE / 5,4CV

MICROBÚS VW 9150 EOD CUMMINS

MODELO VW	17210
SISTEMA ELECTRICO	
TENSION DEL SISTEMA	12 VOLTIOS
BATERIAS (UNIDADES)	1 X 12 VOLTIOS
BATERIAS CAPACIDAD (Ah)	100 Ah
BATERIAS TIPO	LIBRE DE MANTENIMIENTO
ALTERNADOR (UNIDADES)	1
ALTERNADOR (CAPACIDAD)	80AMP./ 14VOLTIOS
MOTOR DE ARRANQUE MARCA/POTENCIA	PRESTOLITE / 5,5 KW

ANEXO II

CARACTERISTICAS TECNICAS DE CAJA DE FUSIBLES COMERCIAL

Ref.:	Fusibles	Indicadores	Capacidad máxima	Capacidad por fusible
1410270	4	4	100 A	30 A
1410271	6	6	100 A	30 A
1410272	10	10	100 A	30 A

Como se puede apreciar en las tablas de características técnicas que emite el fabricante de las cajas de fusibles, cada una de ellas puede soportar hasta 100 amperios de consumo continuo entre todos los fusibles. Y cada uno de los porta fusibles puede soportar un consumo de hasta 30 amperios continuos.

ANEXO III

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS CABLES DE USO AUTOMOTRIZ

Calibre del Conductor	Sección Nominal	Diámetro de los Hilos	Espesor de Aislamiento	Diámetro Exterior	Peso	Amperaje
AWG	mm ²	mm	mm	mm	Kg/Km	A
20	0.517	0.255	0.58	2.20	9	9
18	0.823	0.255	0.58	2.30	12	14
16	1.31	0.255	0.58	2.60	16	19
14	2.08	0.255	0.58	3.10	25	29
12	3.31	0.255	0.66	3.80	38	33
10	5.26	0.255	0.79	4.50	58	48
8	8.37	0.255	0.94	5.70	92	67

Para la aplicación de este diseño se debe utilizar el cable número 16 de la normalización AWG.

ANEXO IV

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LAS MANGUERAS ANILLADAS PARA PROTECCIÓN DE CABLES.

Material	Rango de temperatura	Propiedad	Flexibilidad	Resistencia	Estructura
Poliétileno	De -40° C a +90°C.	Libre de halógenos , libre de cadmio	Muy bien a excelente	A bases y ácidos	Acanalada

Para la aplicación de este diseño, se recomienda utilizar mangueras anilladas, con las características especificadas.

ANEXO V

TABLAS DE CANTIDAD, UBICACIÓN Y EL COLOR DE LAS LUCES INDICADORAS.

Tabla de Luces indicadoras delanteras

LUCES INDICADORAS DELANTERAS	CANTIDAD Min. por cada lado	UBICACIÓN	COLOR (ver Anexo A)
<i>Luces de posición</i>	1	Incorporadas o próximas a los faros delanteros y vértices de la carrocería a no más de 400 mm de los extremos laterales y entre 350 mm y 1500 mm de altura respecto del suelo (hasta 2 100 mm para camiones o tractocamiones)	Blanco o ámbar
Luces direccionales (ver nota 1)	1	Lo más cercano o en los extremos mismos a no más de 400 mm de los extremos laterales y entre 350 mm y 1 500 mm de altura respecto del suelo (hasta 2 100 mm para camiones o tractocamiones)	Ámbar
Luces de emergencia (ver nota 1 y 2)	1	Lo más cercano o en los extremos mismos a no más de 400 mm de los extremos laterales y entre 350 mm y 1 500 mm de altura respecto del suelo (hasta 2 100 mm para camiones o tractocamiones)	Ámbar
Luces de volumen (ver nota 3)	1	A la máxima altura posible y no más de 400 mm desde los extremos laterales.	Blanco
<p>NOTA 1. La frecuencia de los destellos debe ser de 90 ± 30 períodos por minuto.</p> <p>NOTA 2. Los dispositivos de las luces direccionales pueden usarse como luces de emergencia.</p> <p>NOTA 3. Aplicables a vehículos con carrocerías mayores a 2 100 mm de ancho.</p>			

Tabla de Luces indicadoras laterales

LUCE INDICADORAS LATERALES	CANTIDAD Min. por cada lado	UBICACIÓN	COLOR(ver Anexo A)
Luces de posición	Según la longitud del vehículo	La primera luz debe estar instalada a no más de 3 m, medido desde el plano frontal del vehículo, la distancia entre las siguientes luces no debe exceder de 3 m. Cuando la estructura no lo permita se podrá ampliar a 4 m. Al menos una luz debe ubicarse en el tercio medio del vehículo. La distancia entre la última luz y el plano posterior no debe ser mayor a 1 m	Ámbar
Luces direccionales (ver nota 4)	1	Máximo a 1 800 mm medidos a partir del plano frontal del vehículo y a una altura comprendida entre 500 mm y 1 500 mm	Ámbar
Luces de emergencia (ver nota 4 y 5)	1	Máximo a 1 800 mm medidos a partir del plano frontal del vehículo y a una altura comprendida entre 500 mm y 1 500 mm	Ámbar
<p>NOTA 4. La frecuencia de los destellos debe ser de 90 ± 30 períodos por minuto.</p> <p>NOTA 5. Los dispositivos de las luces direccionales pueden usarse como luces de emergencia.</p>			

Tabla de luces indicadoras posteriores.

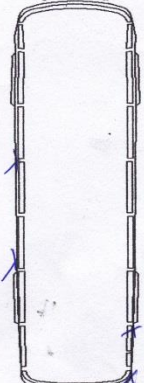
LUCES INDICADORAS POSTERIORES	CANTIDAD Mínima	UBICACIÓN	COLOR(ver Anexo A)
<i>Luces de posición</i>	1 por lado	A no mas de 400 mm de los extremos laterales y entre 350 mm y 1500 mm de altura respecto de la calzada (hasta 2 100 mm cuando la carrocería no lo permita)	Rojo
Luces direccionales (ver nota 6)	1 por lado	Lo más cercano o en los extremos mismos a no mas de 400 mm de los extremos laterales y entre 350 mm y 1 500 mm de altura respecto del suelo (hasta 2 100 mm para camiones o tractocamiones).	Ámbar o rojo
Luces de emergencia (ver nota 6 y 7)	1 por lado	Lo más cercano o en los extremos mismos a no mas de 400 mm de los extremos laterales y entre 350 mm y 1 500 mm de altura respecto del suelo (hasta 2 100 mm para camiones o tractocamiones)	Ámbar o rojo
Luces de volumen (ver nota 8)	1 por lado	A la máxima altura posible y no más de 400 mm desde los extremos laterales.	Rojo
Luces de reversa (ver nota 9)	1	A una altura máxima de 1 200 mm de la calzada.	Blanco
Luces de freno	1 por lado	En su parte posterior a no más de 400 mm de los extremos laterales y a una altura entre 350 y 1 500 mm (hasta 2 100 mm para camiones o tractocamiones).	Rojo
Luz de freno central (ver nota 10)	1	Central en su parte posterior	Rojo
Luz de placa	1	La necesaria para iluminar la placa	Blanco

ANEXO VI



ORDEN DE TRABAJO TALLER ELECTRICO CHAVEZ

TALLER ELECTRICO CHAVEZ		O.T. N°: 1350
SERVICIO ELECTRICO Y ELECTRONICO AUTOMOTRZ		FECHA: 03/02/2014
CLIENTE: TRANSPORTES ECUADOR	MARCA: SCANIA	
DIRECCION: SAN BARTOLO	MODELO: L 360	
TELEFONO: 2641205 - 3110138	AÑO: 2009	
CELULAR:	KM:	

ESTADO FISICO DE LA UNIDAD	
EXTERIOR DEL VEHICULO	
ESPEJOS <input type="checkbox"/> OK	PLUMAS <input type="checkbox"/> OK
AROS <input type="checkbox"/> OK	NEBLINEROS <input type="checkbox"/> OK
ANTENA 2 <input type="checkbox"/> OK	EMBLEMAS <input type="checkbox"/> OK
FAROS <input type="checkbox"/> OK	OTROS: BUREDDM
INTERIOR DEL VEHICULO	
ESPEJOS <input type="checkbox"/> OK	OTROS: DVD, PANTALLAS, CORTINAS OK
RADIOS <input type="checkbox"/> OK	
MOTOROLA <input type="checkbox"/> OK	
PARLANTES <input type="checkbox"/> OK	



TRABAJOS A REALIZAR	CHEQUEO DE SISTEMAS ELECTRICOS DE CHASIS.
CHEQUEO DE SISTEMAS ELECTRICOS DE CARROCERIAS.	CHEQUEO MOTOR
CAMBIO DE FOCOS, LUCES DE STOP DE VOLUMEN y DIRECCIONAL, CAMBIO DE LAMPARAS FLUORESCENTES DE SALON.	DEBOLQUE y ALTERNADORES PRINCIPALES

 TECNICO RESPONSABLE	 PROPIETARIO
--	---

Orden de trabajo carrocería extranjera (Marcopolo, Paradiso 1200).

ORDEN DE TRABAJO

TALLER ELECTRICO CHAVEZ

SERVICIO ELECTRICO Y ELECTRONICO AUTOMOTRZ

O.T. N°: 1394
 FECHA: 28/02/2014

CLIENTE: FRAN SAMANIEGO
 DIRECCION: MADRID, VELD 1337 y PABLO GONZALEZ
 TELEFONO: 3551304
 CELULAR: _____

MARCA: VOLKSWAGEN 17210
 MODELO: 17210
 AÑO: 2006
 KM: DANADO

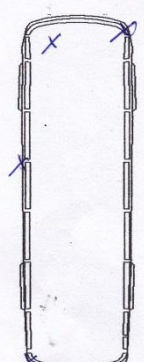
ESTADO FISICO DE LA UNIDAD

EXTERIOR DEL VEHICULO

ESPEJOS	<input checked="" type="checkbox"/> OK	PLUMAS	<input checked="" type="checkbox"/> OK
AROS	<input checked="" type="checkbox"/> OK	NEBLINEROS	<input type="checkbox"/> ROTOS
ANTENA	<input type="checkbox"/> NO	EMBLEMAS	<input checked="" type="checkbox"/> OK
FAROS	<input checked="" type="checkbox"/> OK	OTROS:	_____

INTERIOR DEL VEHICULO

ESPEJOS	<input checked="" type="checkbox"/> OK	OTROS:	<u>TABLERO PRINCIPAL</u> <u>DETERIORADO. FOTO</u>
RADIOS	<input checked="" type="checkbox"/> OK		<u>NO FUNCIONA FM</u> <u>SINTOCROFAO.</u>
MOTOROLA	<input type="checkbox"/> NO		
PARLANTES	<input checked="" type="checkbox"/> OK		



OBSERVACIONES: GOLPES EN
CARROCERIA.


TRABAJOS A REALIZAR


CHEQUEO DE SISTEMAS ELECTRICOS DE CARROCERIAS.

CIRCUITO EN LUCES DE SELON
CASA DE FUSIBLES NO EXISTE
CONEXION DE HALOGENOS SIN
DELES, LUCES DE VOLUMEN
SIN DELES CON BOTON EN BOTON
CIRCUITO EN SISTEMA DE CONEXIONE
GPS. Cables circuitados.

CHEQUEO DE SISTEMAS ELECTRICOS DE CHASIS.

CHEQUEO LUCES PRINCIPALES
PALANCA CAMBIO LUCES RECALENTADA
MANDO PRINCIPAL LUCES RECALENTADO
SOQUES DE HALOGENOS RECALENTADOS


 TECNICO RESPONSABLE


 PROPIETARIO

Orden de trabajo de carrocería de fabricación nacional.

ANEXO VII

DETALLES SOPLADOR DEL EVAPORADOR DE SPAL.



Descripción de Producto

Información Básica

- No. de Modelo:HTAC-1801
- Certificación :ISO
- Dirección de Flujo :Centrífugo
- Uso :para el Acondicionador de Aire , para la Refrigeración

Descripción de Producto:

- Soplador del centrífugo del aire acondicionado del ómnibus.
- Reemplazo del soplador centrífugo spal original 24V.
- El resistor de 3 y 4 velocidades está disponible.
- Dimensión 350m m * 135m m * 140m m
- Modelo spal 006-B39-22, 006-B40-22, 006-B46-22, 006-B50-22 del reemplazo
- Auto clima 2022088594/2022082665/2022082835/20220072
- Mercedes-Benz A0028303408

ANEXO VIII

CARACTERÍSTICAS MONITOR DE PANTALLA LCD DE 17 PULGADAS DE ALTA CALIDAD PARA AUTOBÚS

el suministro de energía	entrada de energía	Dc8v~36v
	el consumo de energía	& le; 160w
	en espera de la pérdida de potencia	& le; 3w
el entorno operativo	la temperatura de funcionamiento	0& deg; c~40& deg; c
	temperatura de almacenamiento	& le; 3w
	la humedad de funcionamiento	10% ~90%
	humedad de almacenamiento	10% ~90%
sobre el producto	la instalación	modelo de autobús con techo o en la espalda forma de fijación
	tamaño	personalizado
	los colores	Negro/crema- blanco/brillando- astilla/de oro(opcional)
	material de la cáscara	marco de metal
	de certificación de producto	Iso9001: 2008, de la fcc, ce, rohs

ANEXO X

DESCRIPCIÓN DEL TIPO DE CONEXIÓN DE LAS BATERÍAS.

Conexión baterías en paralelo.- La conexión de dos batería en paralelo permite aumentar a dos veces la capacidad de amperaje de la batería individual, manteniendo el voltaje nominal.

