



1

Conductores e instalaciones eléctricas en vehículos

para empezar...

Los cables representan en las instalaciones eléctricas no solo auténticas vías de comunicación, sino que, además, son conducciones por las que fluye la corriente eléctrica a todos los sistemas que precisen de esta energía. Elementos tan importantes como el motor, las luces, los sistemas de freno ABS, etc., necesitan recibir corriente o señales eléctricas, lo que nos da una idea de su importancia. Los cables recorren el automóvil a lo largo y ancho de este como si fueran sus venas o nervios, por lo que su estudio es de gran relevancia.

... vamos a conocer

1. Generalidades
2. Instalación eléctrica
3. Ecuaciones fundamentales
4. Características de los conductores para vehículos
5. Protección de los circuitos. Fusibles
6. Terminales y conectores para automoción
7. Método general de detección de averías en los sistemas eléctricos auxiliares
8. Precauciones en los trabajos con componentes eléctricos-electrónicos

PARA PRACTICAR

Manejo del multímetro

qué sabes de...

1. ¿Qué metales se emplean en los cables de las instalaciones eléctricas de los vehículos?
2. ¿Qué es la masa de la instalación eléctrica de los vehículos?
3. ¿Qué tensión se emplea generalmente en los automóviles?
4. ¿Dónde se acumula la energía eléctrica que genera el alternador?
5. ¿Qué es un polímetro?

y al finalizar...

- Conocerás las características más relevantes de los conductores.
- Diferenciarás los distintos tipos de cableados.
- Habrás aprendido a interpretar los esquemas eléctricos.
- Sabrás determinar la sección del cable necesario para realizar la instalación eléctrica.
- Conocerás los distintos tipos de unión entre conductores y aparatos.

1. Generalidades

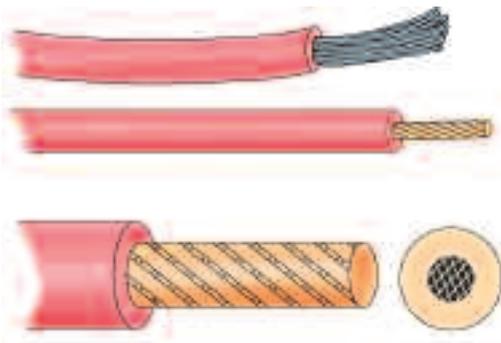
1.1. Conceptos básicos

En los circuitos eléctricos/electrónicos, los conductores se consideran como componentes pasivos, dado que su misión es servir de unión entre componentes o elementos de los circuitos del automóvil transportando la corriente eléctrica. La conductividad eléctrica es la propiedad que tienen algunas sustancias para conducir la corriente eléctrica. Los metales al poseer un gran número de electrones libres (electrones de conducción), son buenos conductores de la electricidad. Al aplicarles una diferencia de potencial (tensión), los electrones se dirigen hacia el polo positivo produciéndose una corriente eléctrica y generándose calor por el choque con otros átomos del metal.

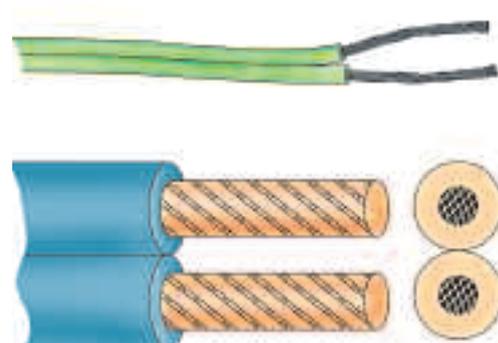
Los metales con mejor conductividad son: la plata, el cobre, el aluminio y sus aleaciones. El cobre es el más empleado en la fabricación de cables eléctricos para automoción.

La conductividad de los metales (conductores) disminuye conforme aumenta la temperatura a que son sometidos, aumentando también su resistencia óhmica.

Los cables se encuentran aislados en las instalaciones con materiales aislantes tipo PVC, silicona, etc., y pueden formar mazos.



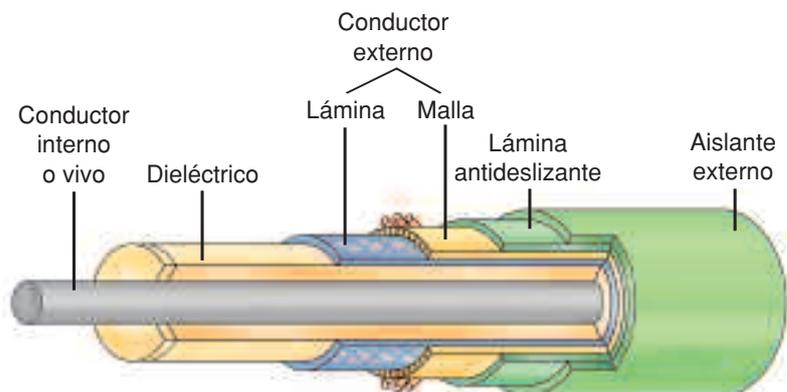
Cable unifilar



Cable bifilar



Cable coaxial



Detalle del cable coaxial

↑ **Figura 1.1.** Diferentes tipos de cables.

2. Instalación eléctrica

2.1. Cableados

Los aparatos y equipos eléctricos cada vez son más numerosos en el automóvil, y se encuentran distribuidos por todo el vehículo, precisando de conjuntos de cables agrupados, formando «mazos» que, aislados y canalizados, nos permiten conducir la corriente eléctrica, la alimentación de equipos, o la transmisión de señales entre aparatos y módulos electrónicos.

Los mazos constituidos por un determinado número de cables se recubren con aislantes y se colorean para identificarlos. Están distribuidos en el vehículo, siguiendo criterios de ahorro de material y facilidad de acceso en caso de reparación. Hay que tener en cuenta que la resistencia eléctrica aumenta directamente con la longitud de los cables y, por tanto, a mayor longitud mayor pérdida de energía y con ello mayor costo. La instalación eléctrica necesita un mantenimiento, así como la sustitución de sus componentes por agotamiento de su vida útil para realizar reparaciones en la sustitución de lámparas (faros, pilotos. etc.).

Por tanto, son necesarias la facilidad de acceso y la posible sustitución del cableado, para lo cual es de gran utilidad utilizar cables con terminales desmontables tipo «Faston», o conectores con varias vías.

Los fabricantes de automóviles hacen referencia a dos sistemas de localización:

- Por su ubicación física:
 - Cableado de la zona delantera.
 - Cableado de la zona del motor.
 - Cableado del tablero de abordo y salpicadero.
 - Cableado del habitáculo o zona de pasajeros.
 - Cableado de la zona trasera.
- Por la función del circuito al que pertenecen:
 - Circuito de carga.
 - Circuito de arranque.
 - Circuitos del motor.
 - Circuitos del alumbrado.
 - Circuito de señalización y maniobra.
 - Circuito de instrumentación y fusibles.
 - Circuitos de climatización y aire acondicionado.
 - Circuitos auxiliares.
 - Circuitos de equipos opcionales.

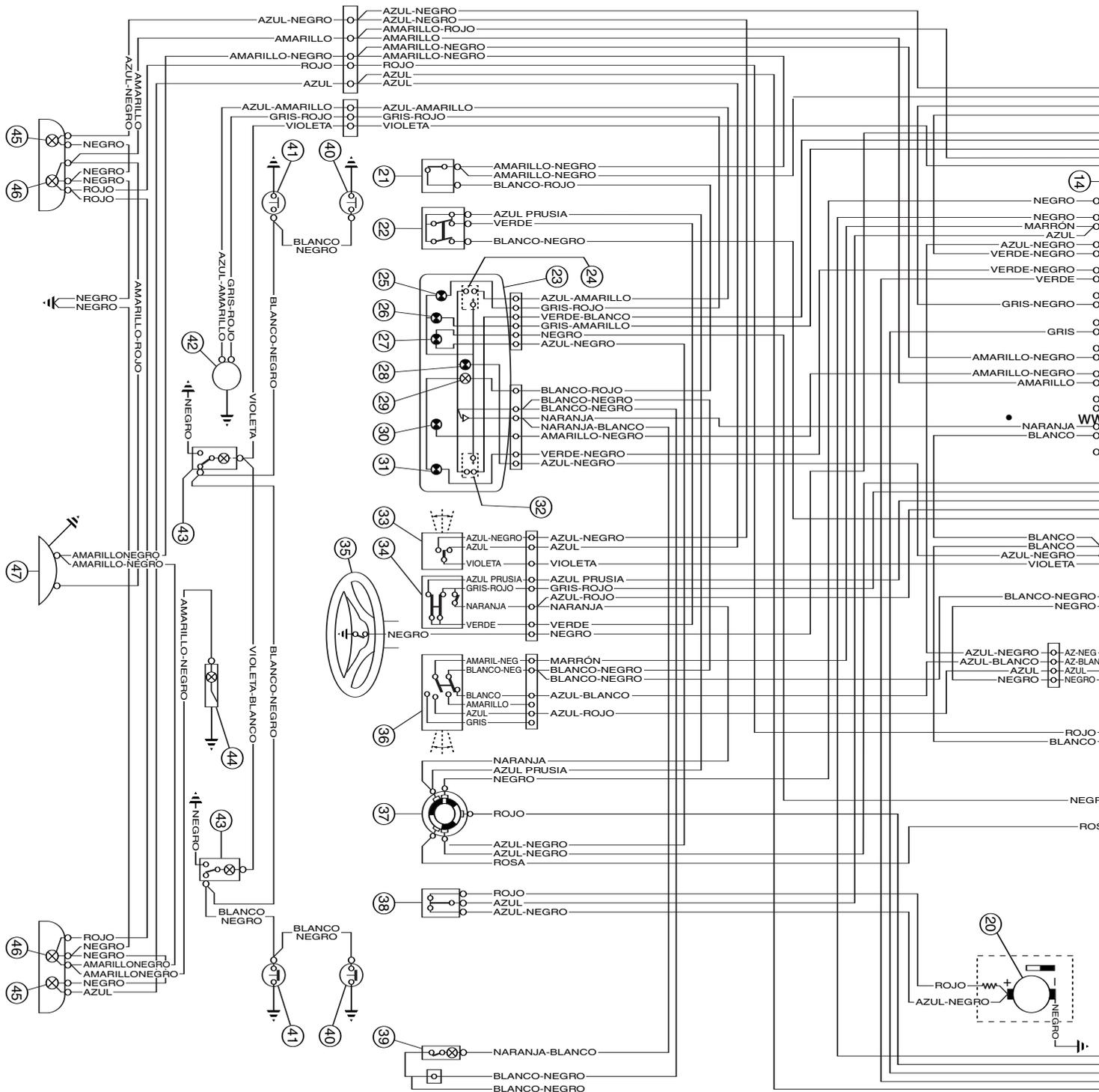


En las instalaciones de los vehículos solamente se emplea un cable; (unifilar) el retorno del circuito se realiza sobre la masa (el chasis).

2.2. Tipos de representación

Instalación completa de cableado-unifilar

La figura 1.2 representa el conjunto de elementos que componen la instalación completa del vehículo, con su situación concreta sobre un plano.



↑ Figura 1.2. Instalación completa de un automóvil, representación unifilar.

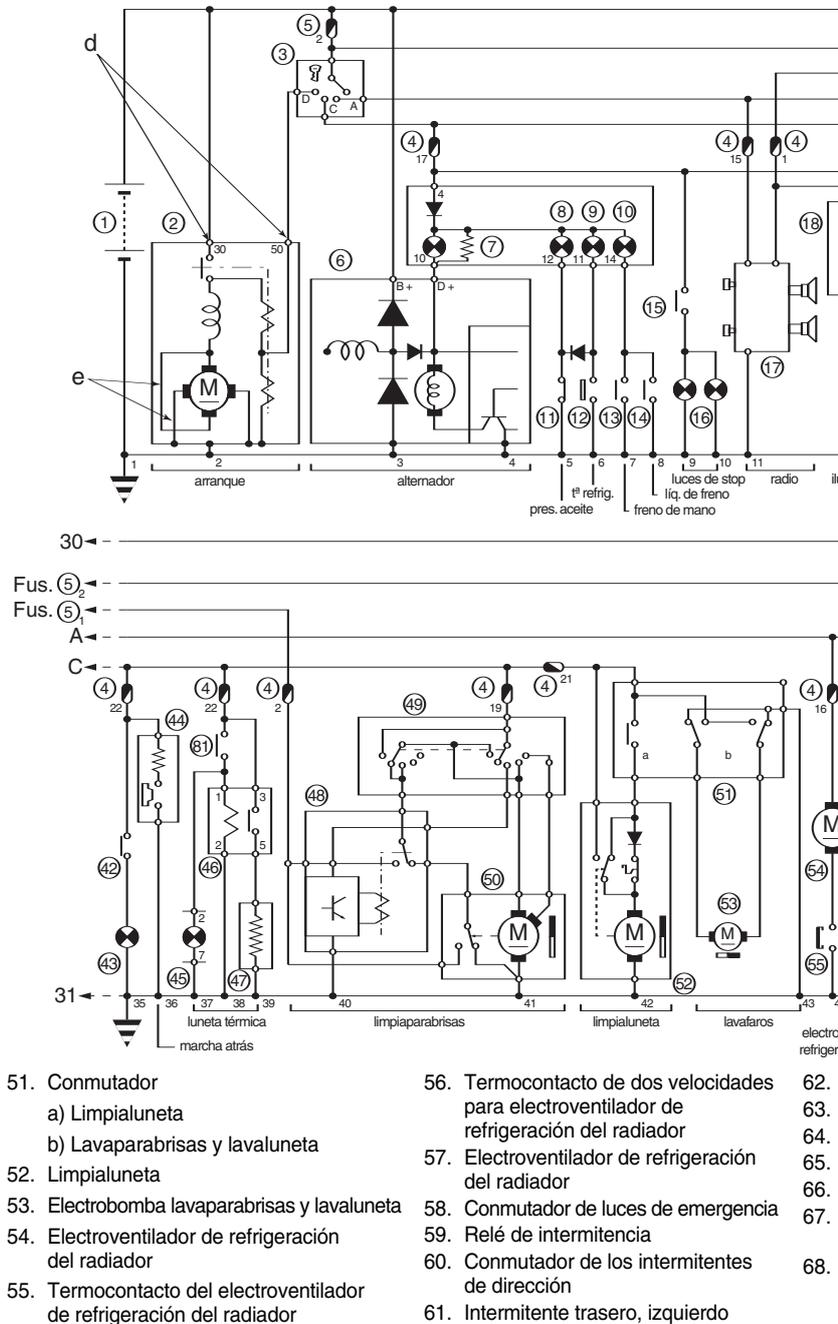
Esquema de cableado general normalizado

En la actualidad se utilizan esquemas de cableado completo (unifilar) con componentes, códigos de cables y simbología eléctrica normalizada, generalmente denominados amperimétricos. La figura 1.4 representa un esquema de este tipo.

Para facilitar el seguimiento del esquema de la instalación eléctrica completa, este se divide en zonas y a cada zona se le asigna un circuito funcional concreto, conforme muestra la figura 1.4 (arranque, alternador, iluminación interior, etc.). Las líneas superiores del circuito señaladas con la letra (a) son las vías principales de corriente. Los números encerrados en un círculo indican el componente; si un conjunto de componentes están enmarcados, por ejemplo, (6), indican un elemento

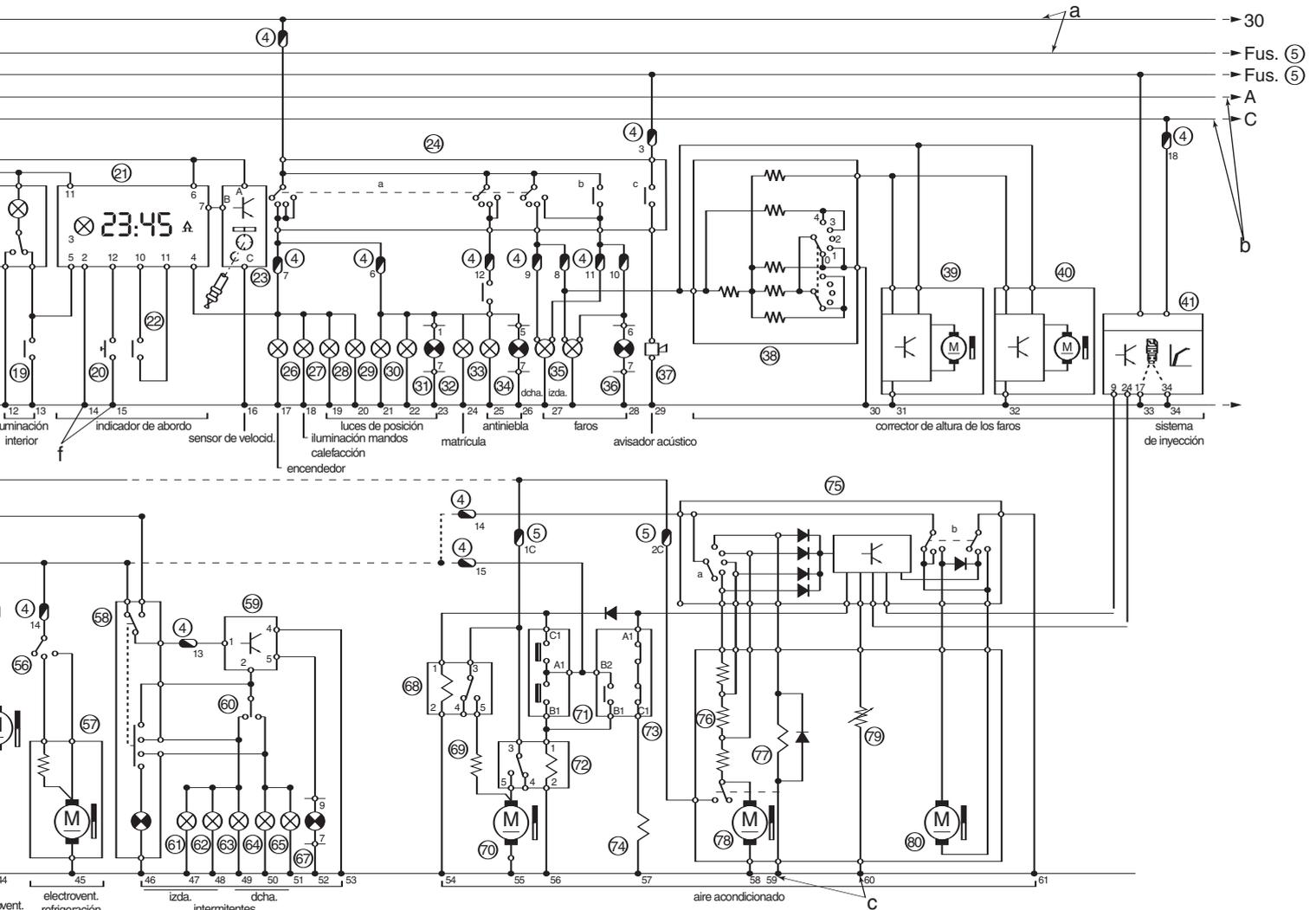
1. Batería
2. Motor de arranque
3. Conmutador de encendido y arranque
4. Portafusibles en el habitáculo
5. Portafusibles en el vano motor
6. Alternador
7. Testigo de carga del alternador
8. Testigo de presión mínima de aceite del motor
9. Testigo indicador de exceso de temperatura del líquido refrigerante
10. Testigo de nivel mínimo de líquido de freno o freno de establecimiento accionado
11. Manocontacto de presión mínima de aceite
12. Sensor de temperatura del líquido refrigerante
13. Pulsador para el testigo de freno de mano accionado
14. Sensor de nivel del líquido de frenos
15. Pulsador de las luces de freno
16. Luces de freno
17. Radiocasete
18. Conmutador de luces e iluminación interior
19. Pulsador para iluminación interior
20. Botón de selección de función de visualización
21. Cuadro de indicadores, que comprende:
 - Lámparas de iluminación (disminuyen de tensidad con las luces de cruce conectadas)
 - Avisador acústico de olvido de luces encendidas
 - Indicador numérico de velocidad del vehículo
 - Cuentakilómetros total
 - Cuentakilómetros parcial
 - Indicador de nivel de combustible
 - Reloj digital
22. Sensor de nivel de combustible
23. Sensor de velocidad del vehículo (en el cambio de velocidades)

24. Conmutador combinado:
 - a) Luces de posición/cruce/carretera (con testigo de conexión)
 - b) Ráfagas
 - c) Avisador acústico
25. Iluminación del encendedor
26. Iluminación de los mandos del sistema de calefacción
27. Luz de posición delantera derecha
28. Luz de posición trasera derecha
29. Luz de posición trasera izquierda
30. Luz de posición delantera izquierda
31. Testigo de conexión de las luces de posición
32. Luz de matrícula
33. Luz antiniebla trasera
34. Testigo de conexión de la luz antiniebla trasera
35. Faros delanteros
36. Testigo de conexión de las luces de carretera
37. Avisador acústico
38. Mando de regulación de altura de los faros
39. Motor de regulación de altura de los faros, izquierdo
40. Motor de regulación de altura de los faros, derecho
41. Sistema de inyección y encendido
42. Interruptor de las luces de marcha atrás
43. Luces de marcha atrás
44. Encendedor eléctrico
45. Testigo de conexión de la luneta térmica
46. Relé de conexión de la luneta térmica
47. Luneta térmica
48. Relé temporizador del limpiaparabrisas
49. Conmutador del limpiaparabrisas
50. Limpiaparabrisas



↑ Figura 1.4.

completo o aparato, en nuestro caso alternador; los números encerrados en círculo según las normas DIN, son sustituidos por letras (en nuestro ejemplo, G), conforme veremos en otros esquemas. Los números sin ningún tipo de enmarcado, indican líneas de corriente, por ejemplo) 30, línea de positivo directa de batería sin fusible, 31, masa. Las líneas (b) A, B, etc., indican que las líneas o cables continúan. Los puntos indicados con la letra (c), muestran las uniones a masa. Los números pequeños dentro de los aparatos, por ejemplo, (d), indican puntos de conexión. Los indicadores con (e), líneas internas, nos permiten seguir el curso de la corriente dentro de los aparatos. La numeración señalada con la letra (f) nos indica el número de orden de las vías de corriente y nos facilita la localización de los aparatos y puntos de unión entre cables.



Intermitente delantero, izquierdo
 Intermitente lateral, izquierdo
 Intermitente trasero derecho
 Intermitente delantero derecho
 Intermitente lateral, derecho
 Testigo de funcionamiento de los intermitentes
 Relé de conexión de 1.ª velocidad del ventilador de calefacción/ventilación del habitáculo

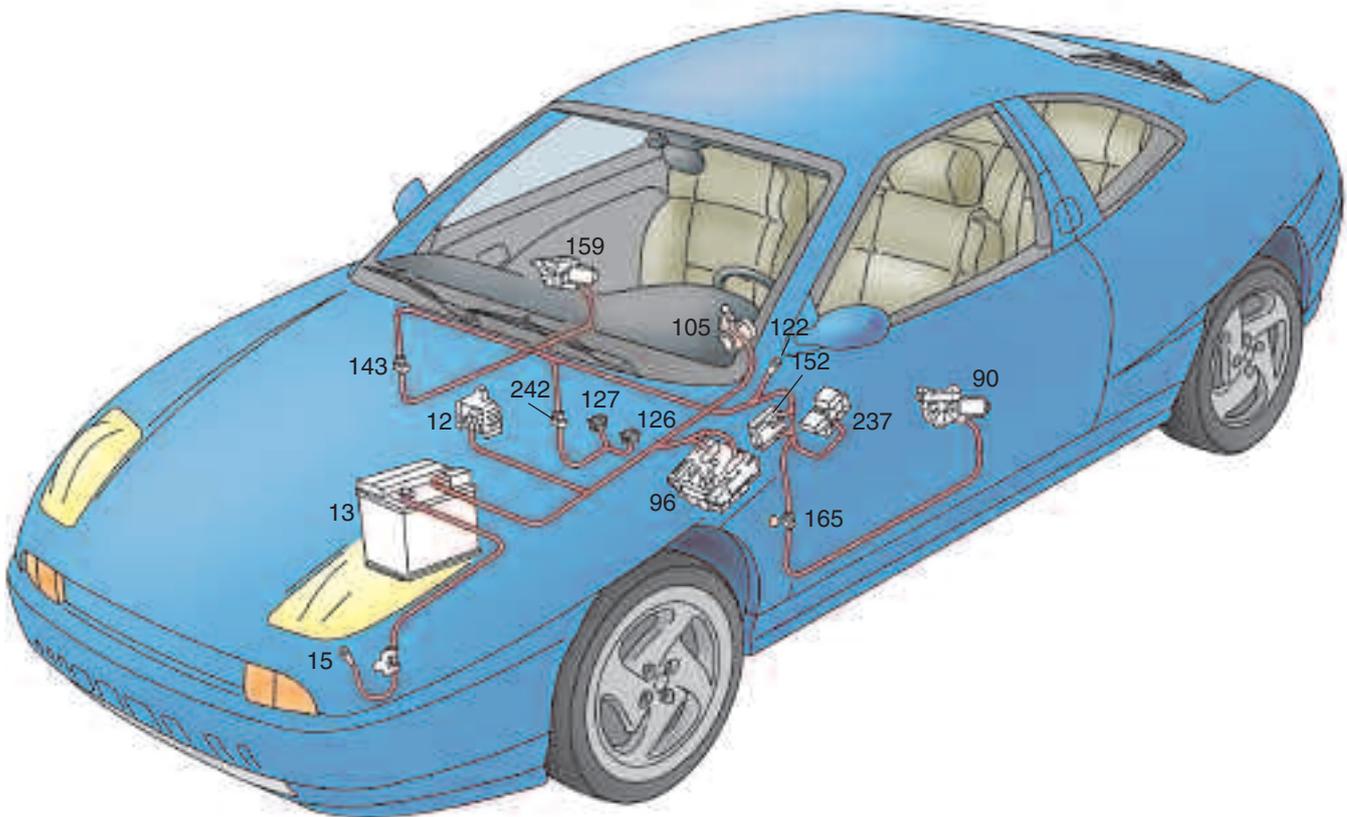
69. Resistencia limitadora de corriente para 1.ª velocidad del ventilador de calefacción/ventilación del habitáculo
 70. Ventilador de calefacción/ventilación del habitáculo
 71. Termocontacto doble
 72. Relé del ventilador de calefacción/ventilación del habitáculo

73. Presostato de tres vías
 74. Embrague electromagnético del compresor del sistema de aire acondicionado
 75. Mando combinado:
 a) Ventilación
 b) Recirculación de aire
 76. Grupo de resistencias para variación de velocidad del ventilador de calefacción/ventilación del habitáculo

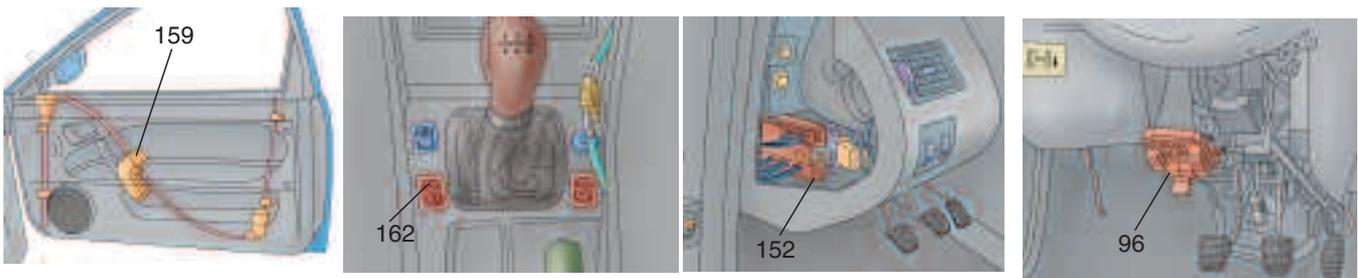
77. Relé del ventilador de calefacción/ventilación del habitáculo
 78. Ventilador de calefacción/ventilación del habitáculo
 79. Sensor de temperatura exterior
 80. Actuador de cierre de la trampilla de entrada de aire exterior (recirculación de aire)
 81. Interruptor de la luneta térmica

Esquemas por funciones

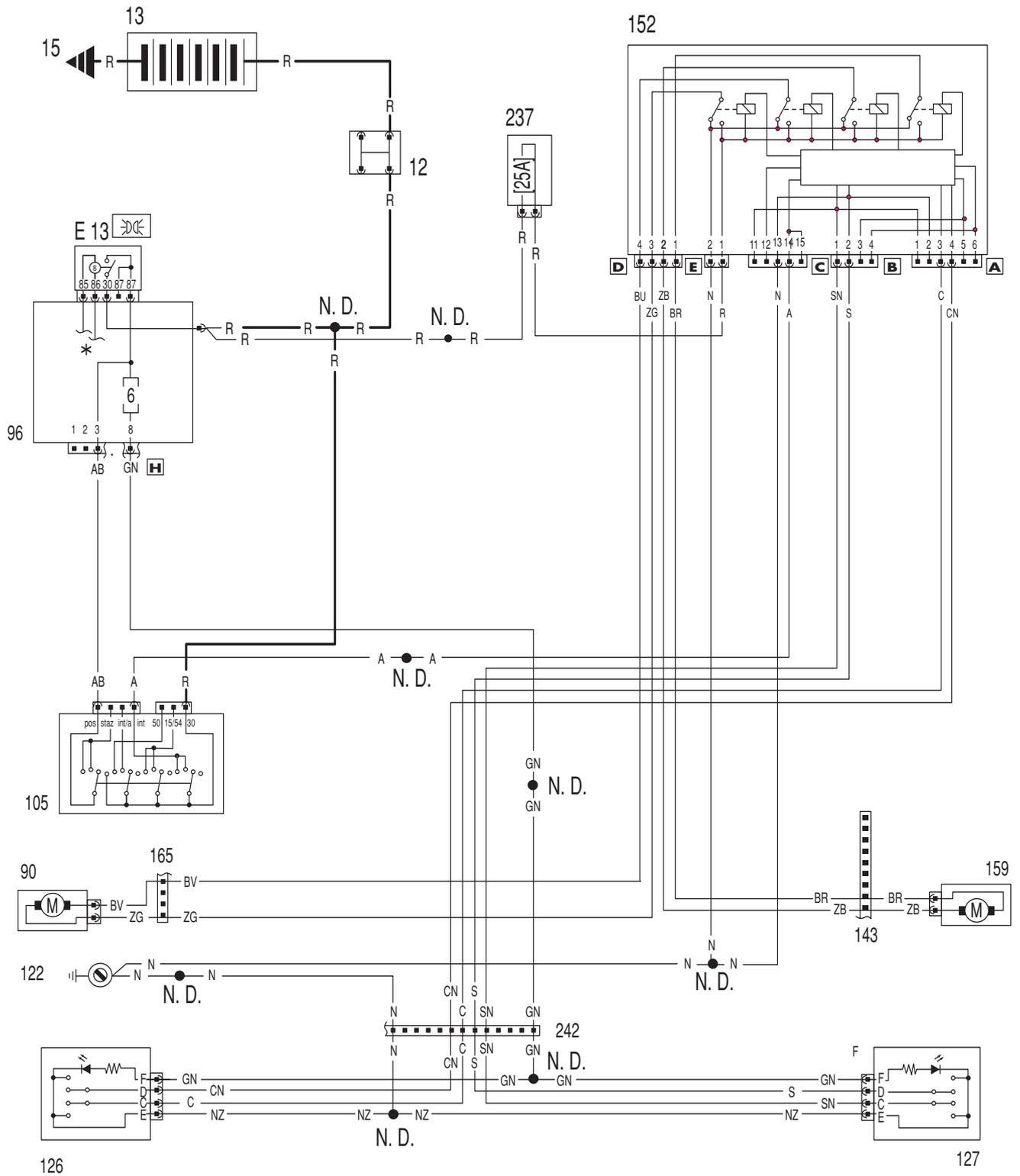
Este tipo de esquemas eléctricos son los más utilizados, dado que al representar la instalación de un circuito en concreto (o varios interrelacionados), nos muestran con más claridad las vías de conexión de los aparatos, facilitando la comprensión del funcionamiento de los circuitos estudiados, (figura 1.7). Estos esquemas suelen ir acompañados por ilustraciones que representan el vehículo o parte del vehículo sobre el cual se ubican los componentes del circuito analizado para facilitar su localización (ver figuras 1.5. y 1.6). A lo largo de las unidades didácticas tratadas en este libro, utilizaremos este tipo de esquemas para el estudio del funcionamiento de los circuitos.



↑ **Figura 1.5.** Representación del esquema de funciones.



↑ **Figura 1.6.** Esquema de la situación de los componentes eléctricos en el vehículo.

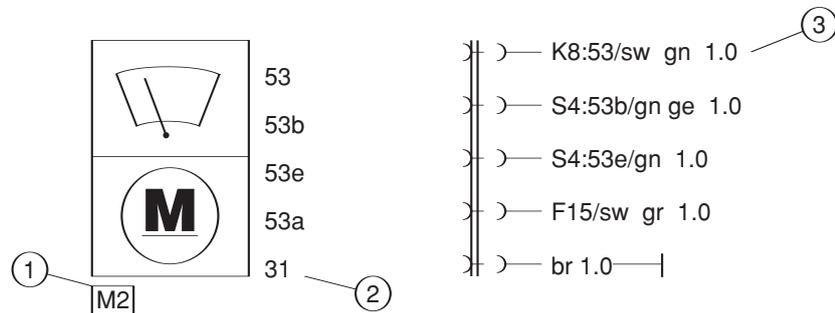


↑ **Figura 1.7.** Esquema eléctrico por funciones (fuente Fiat).

Esquemas de conexión en representación separada

Este tipo de representación viene a paliar la dificultad de interpretación de los esquemas generales debido al gran número de cables y conexiones existentes entre componentes que los vehículos actuales incorporan.

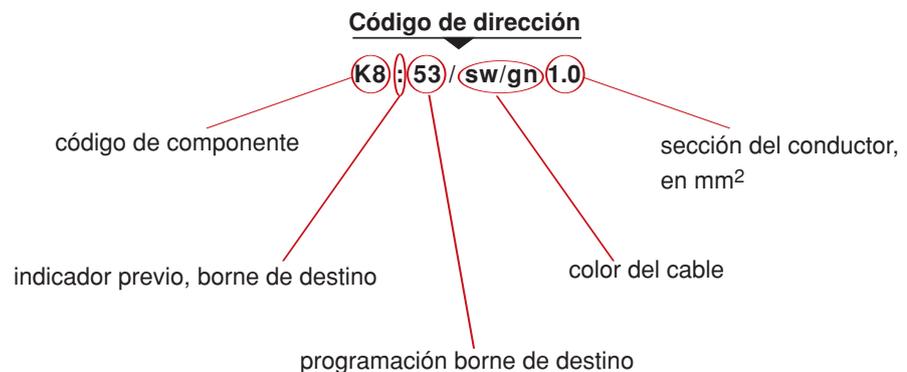
En estos esquemas (ver figura 1.8) no se representa el cableado de conexión. Los componentes son representados por códigos y símbolos según normas ISO o DIN (ISO 2575). Los terminales de cada componente se identifican mediante designaciones normalizadas. Todos los conductores que salen de un componente o aparato, tienen un distintivo alfanumérico que indica su destino, en el cual consta: símbolo del aparato de destino, símbolo o código de la conexión de destino y en algún caso color y sección del cable.



↑ **Figura 1.8.** Ejemplo esquema en representación separada, representación del aparato e identificación del destino.

Interpretación del esquema

- (1) Código de componente. La letra indica la función del componente, el número corresponde al orden que ocupa.
- (2) Designación del borne del aparato. Indica dónde se conecta un conductor determinado. Las conexiones múltiples se reflejan con números consecutivos o con letras.
- (3) Código de dirección o destino. Determina el aparato o componente del que procede o se envía un conductor, el punto de conexión del conductor, el color y/o sección de este.



↑ **Figura 1.9.**

3. Ecuaciones fundamentales

3.1. Resistencia de los hilos conductores

La resistencia de los conductores es directamente proporcional a un coeficiente (φ) denominado resistividad (inversa de la conductividad (c); depende del tipo de material); a la longitud del tramo de material que midamos, e inversamente proporcional a la sección del mismo.

$$\varphi = \frac{1}{c}; \quad R = \varphi \frac{l}{s}$$

c : conductividad

φ : resistividad o resistencia específica

l : longitud del conductor

s : sección transversal del conductor

Como, generalmente, (l) se mide en m, y (s) en mm^2 , para que (R) resulte en Ω , (φ) vendrá determinada en $\frac{\Omega \text{mm}^2}{\text{m}}$. En la siguiente tabla tienes una lista de materiales con sus correspondientes resistividades.

RESISTIVIDADES, A 20 °C, DE DIFERENTES MATERIALES	
MATERIAL	$\varphi(\Omega \text{ mm}^2/\text{m})$
Plata	0,016
Cobre	0,018
Aluminio	0,028
Cinc	0,061
Níquel	0,072
Estaño	0,12
Hierro	0,13
Plomo	0,20

3.2. Calor producido en un conductor por el paso de la corriente

Este calor es producido por el efecto Joule y viene determinado por la ley:

$$Q = 0,24 \cdot R \cdot I^2 \cdot t$$

Q : cantidad de calor (calorías)

R : resistencia del conductor, en (Ω)

I : intensidad de la corriente, en (A)

t : tiempo transcurrido, en segundos

Este calor producido es una pérdida de energía que se tratará de minimizar reduciendo al máximo la resistencia del conductor, es decir, colocando cables de una sección suficiente.

3.3. Variación de la resistencia con la temperatura

Como hemos indicado, el paso de la corriente produce calor en el conductor, elevando su temperatura hasta conseguir el equilibrio con el calor que es capaz de evacuar al exterior por transmisión de calor (conducción, etc.).

La elevación de su temperatura provoca el aumento de su resistencia, según la siguiente ley experimental.

$$R_1 = R_0 [1 + \alpha (T_1 - T_0)],$$

siendo:

R_1 : resistencia después del incremento de temperatura.

R_0 : resistencia inicial antes del incremento de temperatura.

T_1 : temperatura final.

T_0 : temperatura inicial.

α : coeficiente de temperatura (cobre = 0,004).

ACTIVIDADES RESUELTAS

Determina la resistencia de un cable de cobre de 600 cm de longitud y 1,5 mm² de sección.

Solución:

Tomando un valor de $\varphi = 0,018 \frac{\Omega \text{ mm}^2}{\text{m}}$

Tenemos que poner l en metros, luego: $l = 600 \text{ cm} = 6 \text{ m}$

$$R = \varphi \cdot \frac{l}{s} = 0,018 \cdot \frac{6}{1,5} = 0,072 \Omega$$

¿Qué calor desprende el cable del ejercicio anterior en media hora de funcionamiento, si es recorrido por una intensidad de 10 A?

Solución:

El calor viene determinado por

$$Q = 0,24 \cdot R \cdot I^2 \cdot t = 0,24 \cdot 0,072 \cdot 10^2 \cdot 1800 = 3110 \text{ calorías} = 3,11 \text{ kcal}$$

Siguiendo con el ejercicio anterior, ¿qué resistencia tendrá el cable si con el calor producido se logra una temperatura de equilibrio de 50 °C?

Solución:

Aplicando la ley enunciada, tomando como temperatura de partida 20 °C, tendremos:

$$R_1 = R_0 (1 + \alpha (T_1 - T_0)) = 0,072 (1 + 0,004 \cdot 30) = 0,080 \Omega$$

4. Características de los conductores para vehículos

4.1. Generalidades

Los conductores empleados en automoción están constituidos por un alma o cuerda compuesta por un número determinado de hilos, según su sección (de 10 en adelante). Fabricados en cobre electrolítico recocido y en algunos casos bañados en estaño, el aislante es generalmente plástico PVC o caucho. Su resistividad, como hemos indicado, es $0,018 \frac{\Omega \text{ mm}^2}{\text{m}}$. Esta configuración les proporciona gran flexibilidad, permitiéndoles adaptarse a los contornos de la carrocería a la cual van sujetos por medio de abrazaderas o grapas. Debido a su baja resistencia mecánica, los conductores de pequeña sección se montan formando mazos, debidamente aislados.

4.2. Relación entre la sección de conductores y su corriente admisible

Los valores relacionados en la siguiente tabla son aproximados, y para hilos de cobre recubiertos de PVC.

diámetro del hilo (en mm)	sección (en mm ²)	Corriente máxima (admisible en A)	Densidad de corriente (para trabajo continuo) máxima admisible (en A/mm ²)
1,0	0,78	6 - 9,0	10
1,2	1,13	7 - 13,0	10
1,4	1,50	8 - 16,3	10
1,6	2,00	12- 20,0	10
2,1	3,46	18- 27,0	10
2,7	5,72	25- 36,0	10
3,4	9,07	30- 46,0	6
4,3	14,50	43- 62,0	6
6,0	28,26	65- 83,0	6
7,5	44,15	100- 110,0	4
8,8	60,79	125- 135,0	4
10,3	83,28	140- 169,0	4
12,0	113,04	195- 209,0	3
14,7	169,60	220- 249,0	3
16,5	213,70	265- 294,0	3

4.3. Secciones tipo y caída de tensión admisible

Aunque se puede calcular la sección correspondiente a cada conductor en función de la corriente que soporta, como veremos en el punto siguiente, lo más frecuente es que los fabricantes de vehículos automóviles adopten unas secciones estándar, en función de cada elemento o aparato al que suministra corriente.

La tabla está confeccionada a partir de las secciones de cables, que generalmente son utilizadas por los fabricantes de automóviles. La columna sección corresponde al cable positivo. La caída de tensión total comprende además de los cables, fusibles, contactos, conmutadores, pulsadores, etc., y por tanto no sirven para el cálculo de conductores. En el cable de alimentación del motor de arranque se permite de forma general una caída de tensión del 4 %; si el cable de retorno está aislado de masa, se permite para el circuito completo el 8 % de la tensión nominal. Los datos de la tabla están referidos a tensiones de batería de 12 V.

Destino del conductor	sección (en mm ²)	Caída de tensión cable positivo (en V)	Caída de tensión total circuito (en V)
Luz testigo, piloto	0,5	0,1	0,6
Luz interior	0,5	0,1	0,6
Luz de posición	0,75 – 1,5	0,3	0,6
Luz de cruce	1 - 1,5	0,3	0,6
Luz intensiva (largas)	1,5	0,3	0,6
Faros antiniebla	1,5	0,3	0,6
Luz de intermitentes	1,5	0,3	0,6
Luz trasera	1,5	0,3	0,6
Alternador-batería	4 – 6	0,4	
Batería- motor arranque	25 – 30	0,5	
Mando relé arranque	2,5 – 4	1,4	1,7
Motor elevelunas/ otros	0,5 - 1	0,5	1,5

NOTA: El valor de la caída de tensión total tiene en cuenta: las conexiones, los interruptores, los conmutadores, etc.



↑ **Figura 1.10.** Conductores conectados a la batería.

4.4. Cálculo de la sección de un conductor

Para el cálculo de la sección de un conductor partimos de la potencia del aparato al cual va destinado, cuya expresión es:

$$W = U \cdot I, \text{ de donde } I = \frac{W}{U}$$

es la intensidad que soporta el conductor y U la tensión nominal (12 V).

La caída de tensión admisible $U_0 = I \cdot R$ (consultar tabla apartado 4.3) (1.ª)

La resistencia de un conductor viene determinada por

$$R = \varphi \frac{l}{s} \quad (2.ª)$$

De las ecuaciones 1.ª y 2.ª:

$$U_0 = I \cdot \varphi \frac{l}{s}$$

despejando

$$s = \frac{I \cdot \varphi \cdot l}{U_0}, \text{ medida en mm}^2$$

s : sección en mm^2

I : intensidad (A)

l : longitud (m)

U_0 : tensión (V)

φ = resistividad $\left(\frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}\right)$

Una vez determinada la sección, debemos cerciorarnos de que admite la densidad de corriente que aparece en la tabla del apartado 4.2; de no ser así, deberemos tomar una sección inmediatamente superior.

ACTIVIDADES RESUELTAS

Determina la sección del conductor en la instalación de un faro con los siguientes datos: lámpara de valor nominal 55 W / 12 V, conductor de cobre, longitud del cable entre el interruptor y la lámpara, 3 m.

Solución:

Determinamos la sección del cable positivo; se sobreentiende que el negativo es la masa del vehículo (carrocería).

Aplicando las fórmulas del punto 4.4:

$$I = \frac{W}{U} = \frac{55 \text{ W}}{12 \text{ V}} = 4,58 \text{ A}$$

Consultando la tabla comprobamos que la caída de tensión admisible es de 0,3 V.

$$s = \frac{W \cdot \varphi \cdot l}{U_0} = \frac{3 \text{ m} \cdot 0,018 \cdot 4,58 \text{ A}}{0,3 \text{ V}} = 0,8 \text{ mm}^2; \text{ redondeamos al alza: } s = 1 \text{ mm}^2$$

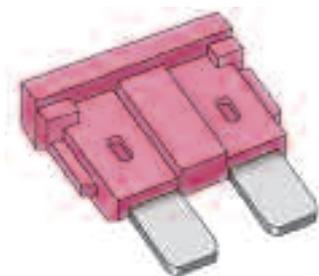
Consultamos la tabla del apartado 4,2, para $s = 1 \text{ mm}^2$, y comprobamos que permite una densidad de corriente de 10 A/mm², lo que nos indica que soporta sobradamente la intensidad prevista.

5. Protección de los circuitos. Fusibles

5.1. Fusibles

Son elementos de protección del circuito al que pertenecen. Están constituidos por un pequeño conductor, cuyo punto de fusión es menor que el del resto de los conductores del circuito, y su resistencia eléctrica es algo mayor. Tienen el cometido de limitar la intensidad de corriente que pasa por el circuito. Cuando la corriente en el circuito adquiere valores peligrosos, el fusible alcanza la temperatura de fusión, y al fundirse interrumpe el paso de la corriente protegiendo así los componentes del circuito.

Los fusibles muestran diferentes configuraciones, redondos, planos, etc., pero los más empleados en la actualidad son los del tipo enchufables, que se muestran en la figura 1.11. El fusible debe estar protegido por medio de un encapsulado que evite la proyección del material fundente a la instalación en caso de cortocircuito. Para localización y facilidad de inspección, todos los fusibles están localizados en un cofre denominado caja de fusibles, ubicada normalmente en el vano motor o debajo del tablero de instrumentos.



↑ Figura 1.11. Fusible.

Designación de los fusibles enchufables para automoción	
Intensidad nominal (en A)	Color del fusible
3	violeta
4	rosa
5	beige
7,5	marrón
10	rojo
15	azul
20	amarillo
25	blanco
30	verde

5.2. Cálculo de fusibles

Para determinar la intensidad (amperios) que puede soportar un fusible partimos del material de que están constituidos (cobre, plomo, etc.) y de su coeficiente K , así como de la intensidad que el fusible debe soportar, que será la intensidad del circuito, más un factor de seguridad que se puede aplicar.

El diámetro del hilo del fusible o la intensidad se calculan aplicando la siguiente fórmula:

$$D = K \sqrt[3]{I^2}$$

D : diámetro del hilo del fusible.

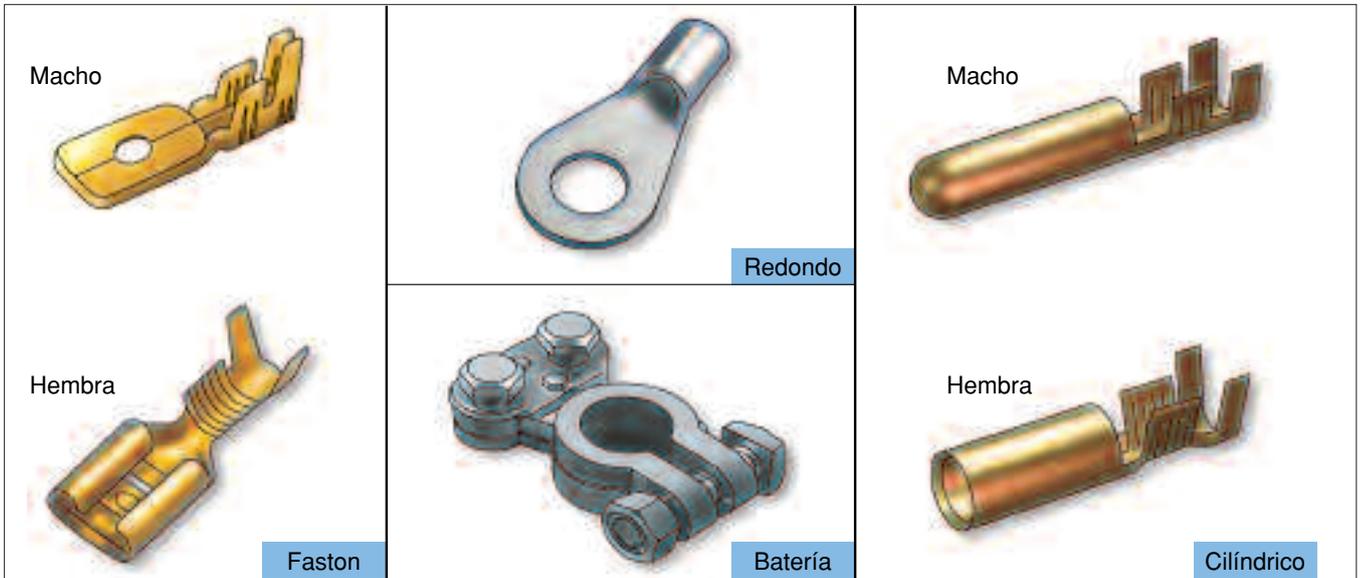
K : coeficiente del material (cobre, 0,06; plomo, 0,25)

I : intensidad del circuito con el factor de seguridad de las instalaciones, si lo tiene.

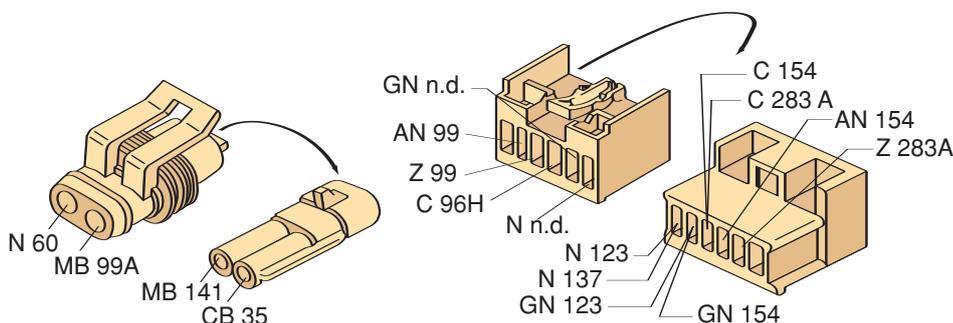
6. Terminales y conectores para automoción

6.1. Tipos

Los cables se unen a los componentes, a los aparatos, o a otros cables, mediante terminales o conectores situados en los extremos de los cables mediante soldadura, o engatillados. Estos terminales y conectores no solo facilitan la conexión, sino que aíslan las uniones entre ambos (componentes y cables). Hay una variedad muy extensa de terminales y conectores para automoción, las figuras siguientes muestran un ejemplo de los más comunes.



↑ Figura 1.12. Terminales.

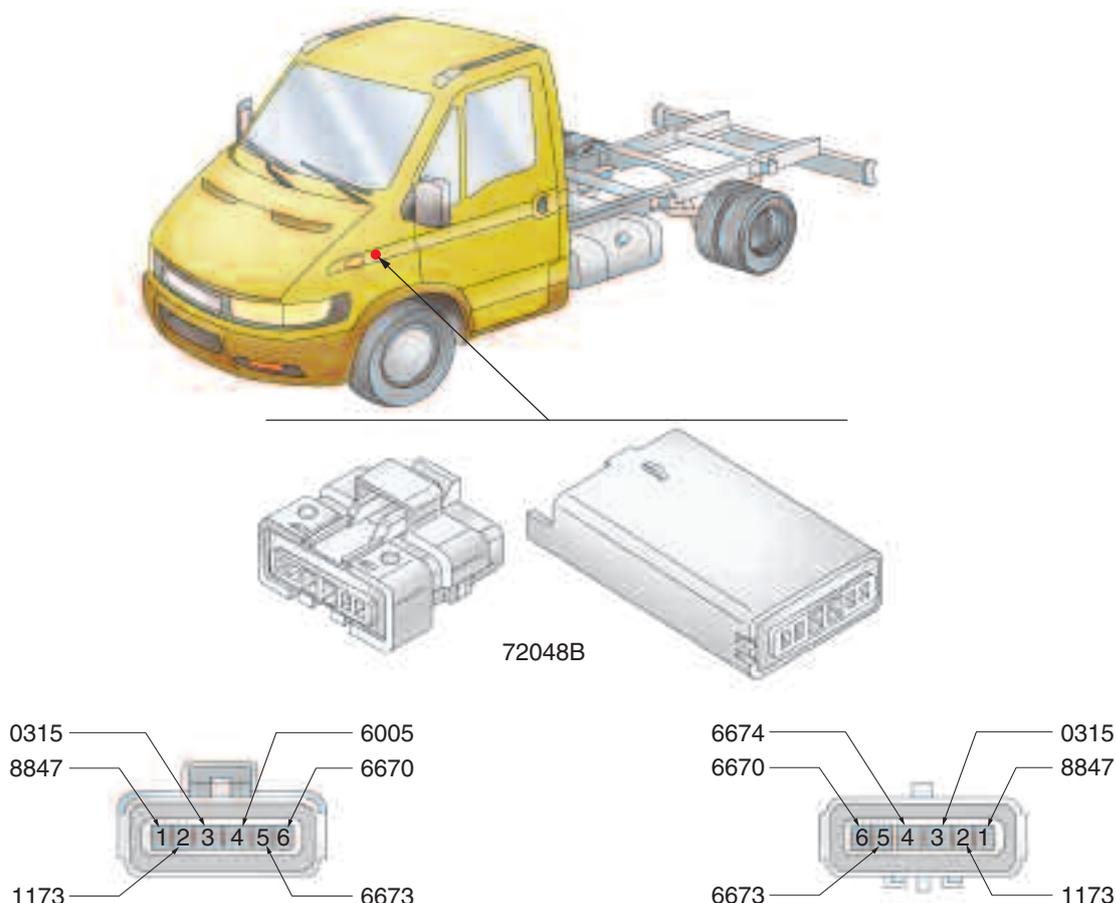


← Figura 1.13. Conectores.

En los conectores múltiples cada vía está designada por un número que corresponde a un cable determinado; a cada punto de contacto del conector lo denominamos PIN. Esta numeración nos sirve de referencia para localizar en los esquemas, por funciones o generales, cada conductor y facilitar así la localización de averías.

El fabricante del vehículo proporciona la información del empalme o conector, localizándolo dentro del vehículo en el lugar exacto.

En la siguiente figura se muestra un ejemplo de localización del conector 72048B, con su código de colores de los cables y la situación en el vehículo.



Ref.	Código color cables	Función
1	8847	Alimentación (+15)
2	1173	Positivo con interruptor para indicación de parada del vehículo activado
3	0315	Desactivación del retarder
4	6005-6674	Indicación del dispositivo ABD activado
5	6673	Indicación de avería del dispositivo EBD
6	6670	Indicación de avería del dispositivo ABS

↑ **Figura 1.14.** Empalme entre el cable de la cabina/capó y el cable del ABS (Iveco Daily)

ACTIVIDADES RESUELTAS

Calcula el diámetro del fusible de un circuito por el que circula una corriente con una intensidad de 15 A. El material del fusible es cobre y la instalación tiene un factor de seguridad del 50%.

Solución:

1.º Calcula la intensidad con el factor de seguridad:

$$I = 15 \text{ A} \cdot 1,50 = 22,5 \text{ amperios}$$

2.º Aplicar la fórmula:

$$D = K \cdot \sqrt[3]{I^2} \quad 0,06 \sqrt[3]{(22,5)^2} = 0,06 \cdot 7,96 = 0,47 \text{ mm}$$

6.2. Engatillado y soldado

El proceso de soldado de conductores es el correspondiente a la soldadura blanda (heterogénea) con material de aportación. Como material de aportación, para conductores de cobre, se emplea una aleación de plomo (Pb) al 40% y estaño (Sn) al 60%, con alma de resina y una temperatura de fusión de 185 °C; estos porcentajes pueden variar según los materiales a soldar.

La soldadura se realiza por medio de un soldador eléctrico, con electrodos intercambiables (figura 1.15.). El electrodo tiene que estar, al igual que los cables a soldar, perfectamente limpios (en el mercado hay diferentes productos de limpieza específicos). Cuando el electrodo alcanza su máxima temperatura se pone en contacto con el material de aportación, generalmente en forma de hilo con alma de resina, y queda adherido en forma de gota a la punta del electrodo, el cual se aplica a la vez sobre los cables a soldar, con lo que fluye el material de aportación y se realiza la soldadura.



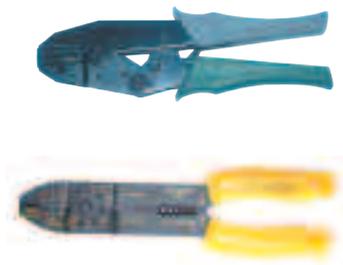
↑ Figura 1.15. Soldadores.

En la figura 1.16, se muestran dos sistemas de desoldadores empleados en electricidad y electrónica, para separar componentes y conductores una vez soldados; ambos funcionan por absorción del material de aportación previamente calentado hasta el punto de fusión.

El engatillado es la operación por la cual unimos terminales a los cables mediante unas herramientas específicas denominadas alicates de engatillar. Estos alicates realizan distintas funciones: cortar y pelar cables, engatillar (apretar el terminal sobre el conductor). La figura 1.17, muestra dos ejemplos de este tipo de alicates.



↑ Figura 1.16. Desoldadores.



↑ Figura 1.17. Alicates para terminales faston.

7. Método general de detección de averías en los sistemas eléctricos auxiliares

7.1. Conceptos

Al diagnosticar averías en sistemas eléctricos es importante seguir un proceso lógico de razonamiento deductivo para resolver el problema. Este proceso es esencial, ya que no es posible desarmar ni ver el interior de la mayoría de los componentes eléctricos o electrónicos para ver si funcionan, tal como se hace con los dispositivos mecánicos.

A veces, llegar a conclusiones acertadas requiere bastante tiempo. En cambio, siguiendo paso a paso un proceso organizado, suele ser posible determinar la causa del problema con mayor rapidez.

Al diagnosticar averías en circuitos eléctricos de vehículos se miden tensiones, intensidad y resistencia. La medición más útil y sencilla es probablemente la de valores de tensión, ya que permite responder a estas preguntas:

- ¿Llega tensión al punto en que se mide?
- ¿Cuál es la lectura de tensión?
- ¿Cuál es la tensión disponible?
- ¿Cuál es la caída de tensión a través de un componente o un conector?

La presencia de tensión indica que el circuito está suministrando electricidad al componente que se comprueba.

La lectura de tensión nos indica si llega el voltaje correcto al componente. Midiendo la tensión disponible en un componente, se puede determinar si la tensión que llega al dispositivo correspondiente es la adecuada.

En la resolución y detección de problemas eléctricos del automóvil hay que tener en cuenta que el problema real puede hallarse en un sistema, mientras que los síntomas que se están comprobando se manifiestan en otro.

La caída de tensión a través de un componente indica cuánta tensión consume este.

Por ejemplo, si un relé proporciona 12,8 V en la entrada y solo 9,2 V en la salida, decimos que la caída de tensión es de 3,6 V. Recuérdese que los cables y conexiones pueden considerarse componentes y caídas de tensión, principalmente si están defectuosos.

ACTIVIDADES PROPUESTAS

1. ¿Qué es un fusible?
2. ¿En que consiste un esquema eléctrico por funciones?
2. ¿Como se realiza la soldadura de un conductor eléctrico con un soldador de estaño?
4. Con ayuda de un polímetro del laboratorio o taller de electricidad procede a medir las caídas de tensión de diferentes circuitos eléctricos sobre un panel simulador, maqueta o automóvil. Anota la medida de tensión en la salida de la batería y en diferentes puntos de cada circuito y determina la caída de tensión.

Caída de tensión

Para detectar las caídas de tensión se debe ajustar el multímetro a las posiciones mV o VDC y conectar la punta de medida positiva (+) al lado del dispositivo más próximo al terminal + de la batería, y la punta de medida negativa (-), al lado más próximo de la batería o a masa y posteriormente activar la función mín/máx. Para que el multímetro registre la caída de tensión detectada es preciso que circule corriente. Al pasar la corriente eléctrica a través de un conductor, debido a su resistencia interna se produce un consumo de corriente que provoca una disminución de la tensión entre los extremos del conductor «**caída de tensión**». La caída de tensión es tanto mayor cuanto mayor sea la resistencia de la línea y la intensidad de la corriente que por ella circula. Esto se traduce, en consumidores que funcionan de una manera más débil (por ejemplo, cuando una lámpara luce de forma tenue), en calentamiento de los cables y de las conexiones.

Un aumento en la resistencia eléctrica de los conductores puede ser debido a un contacto flojo, un fallo en las conexiones o un terminal sulfatado.

Conexiones a masa defectuosas

Una elevada resistencia entre masas puede ser una de las anomalías eléctricas más frustrantes, ya que provoca extraños síntomas que no parecen tener nada que ver con la causa una vez que se averigua esta.

Entre esos síntomas están: luces que se encienden débilmente o que lo hacen cuando deberían encenderse otras distintas; instrumentos cuyas indicaciones cambian al encender los faros; luces que no se encienden, etc.

Las altas resistencias en los cables de masa y en los de los sensores pueden provocar síntomas impredecibles de todo tipo en los nuevos sistemas controlados por ordenador. Antes de fijar las conexiones se debe aplicar un lubricante dieléctrico de silicona para reducir el riesgo de corrosión. Este lubricante puede adquirirse en tiendas de suministros para equipos de radio.

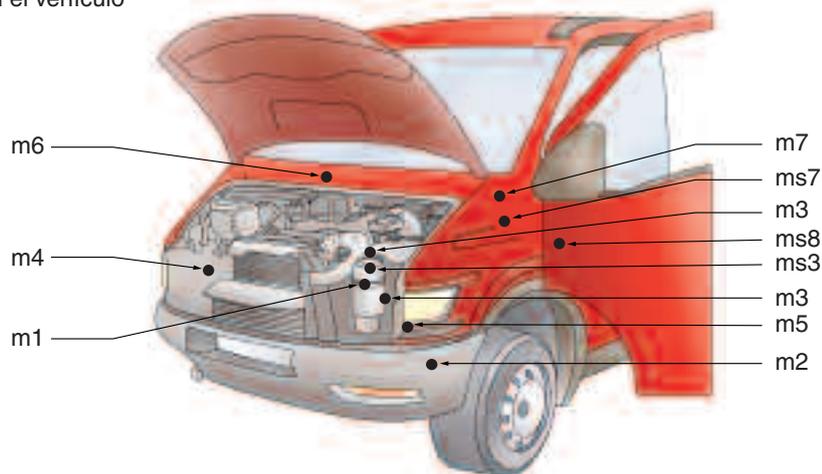
Deben protegerse especialmente los terminales de masa situados en las proximidades de la batería, donde el ácido acelera la corrosión. Con frecuencia un cable que está completamente corroído a excepción de algunos filamentos produce el mismo síntoma que una conexión a masa corroída.

Examinar visualmente el conector aislado no es suficiente para estar seguro de que la conexión interior es satisfactoria. Se deben separar físicamente los conectores y frotar los contactos metálicos con papel de lija o un cepillo de alambre hasta que brillen.

Localización de drenajes de corriente

El consumo excesivo de corriente, los cortocircuitos y las conexiones a masa defectuosas son causa de muchos problemas. A menudo no parece existir relación entre el síntoma y el origen de la avería, pero con ayuda del multímetro digital se podrá localizar la causa de esta rápidamente sin quemar una caja entera de fusibles.

Puntos de masa en el vehículo



Conexión de masa	Ubicación	Componentes afectados
m1	Bloque izquierdo del motor	Terminal negativo de la batería - conexión a los puntos de masa m2 y m3
m2	Parte delantera del larguero izquierdo	Conexión al punto de masa m1
m3 ms3	Parte inferior del capó (bajo la servodirección de depresión)	Conexión al punto de masa m1 - componentes en el bastidor y motor - centralita electrónica ABS
m4 m5	Capó (cerca del faro lateral de dirección derecho e izquierdo)	Resistencia de la calefacción de gasóleo - interruptor de indicación del filtro del aire obstruido - grupos ópticos delantero y lateral - electrobomba del lavacrystal
m6	Lado derecho del interior de la cabina	Conmutador de mando de las luces - grupo de mando del desescarchador eléctrico del parabrisas - encendedor - iluminación del cenicero - interrup. de las luces de emerg. - equipo radiorreceptor
m7	Lado izquierdo del interior de la cabina	Tablero de instrumentos con testigos indicadores - faros de gálibo delantero - mando geometría faros - telerruptores en el soporte de los telerruptores/fusibles - iluminación interior
ms7	Lado izquierdo del interior de la cabina	Tablero de instrumentos con testigos indicadores - conmutador de mando de las luces - mando indicador del nivel del líquido refrigeración motor insuficiente - transmisor para velocímetro electrónico
ms8	Parte central de la plataforma	Centralita electrónica del airbag

↑ **Figura 1.18.** Situación de las masas en un Iveco Daily.

Los drenajes de corriente que agotan la batería suelen denominarse cortocircuitos, aunque a veces no lo sean. Por ejemplo, pueden estar relacionados con la alimentación necesaria para mantener datos almacenados en memoria.

Los cortocircuitos que provocan el quemado de fusibles pueden localizarse por los mismos métodos que se utilizan para diagnosticar los drenajes de corriente, aunque los síntomas sean distintos.

Cada fabricante tiene su propio procedimiento para la localización de drenajes de corriente. Si utiliza un método de comprobación incorrecto obtendrá resultados erróneos. Para asegurarse de utilizar el procedimiento adecuado se debe consultar al fabricante del vehículo.

Consumidores furtivos

Denominamos consumos secretos, o furtivos, ciertos consumos eléctricos de pequeña magnitud que se originan a pesar de estar el vehículo parado, y pueden dar lugar al agotamiento de la batería. Estos consumos pueden ser debidos a averías, a la posibilidad de que algún consumidor se quede conectado, como por ejemplo la luz de la guantera, o a causa de algún equipamiento no de origen montado en el automóvil, por ejemplo, alarmas, antenas eléctricas, equipos de sonido, etc.

7.2. Comprobaciones

Mediciones básicas con el polímetro y conexiones



↑ **Figura 1.19.** Polímetro.



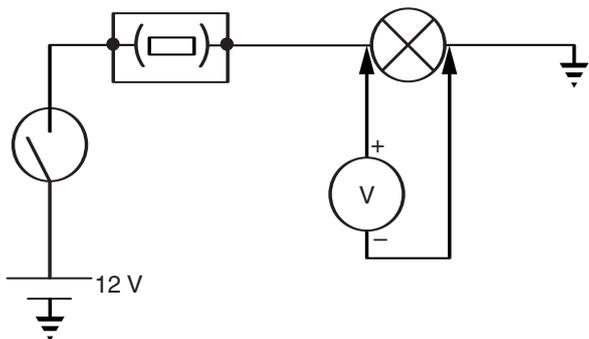
Autodescarga en baterías

En las baterías, debido a su resistencia interna, se produce el fenómeno de autodescarga, que, aun siendo pequeña, puede agotar la batería en periodos largos sin funcionamiento.

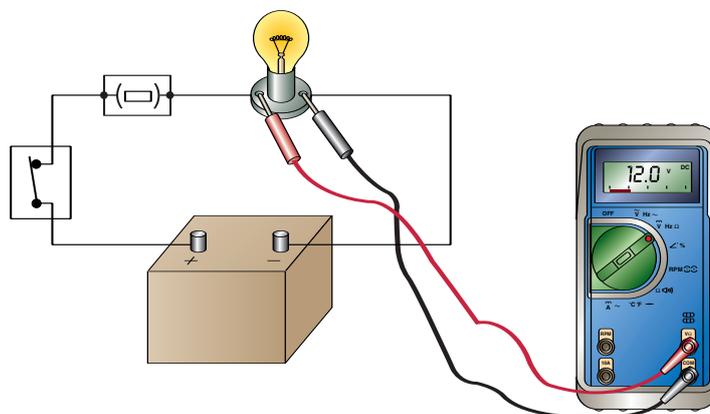
Sugerencias para una buena utilización:

- Seleccionar el rango apropiado antes de efectuar las mediciones de voltios o amperios. (Algunos polímetros actuales realizan esta operación automáticamente).
- Si se desconoce la medida a realizar, comenzar con la escala más alta.
- No aplicar más voltaje o intensidad de lo permitido en el rango seleccionado.
- No colocar el polímetro sobre bancos de trabajo donde existan vibraciones, golpes, etc.
- Retirar las pilas del aparato si va estar mucho tiempo sin utilizar.
- Conectar las puntas de prueba en sus correspondientes terminales.
- Seguir las instrucciones del fabricante fielmente.
- Medición de tensión (en voltios).

En la medición de tensiones se colocan las puntas de prueba del polímetro en paralelo con los puntos o aparato sobre el cual deseamos conocer su diferencia de potencial (tensión).

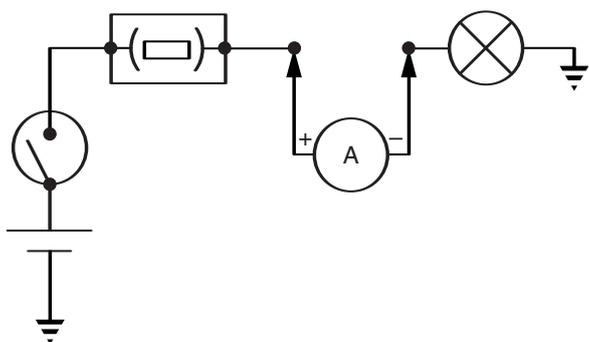


↑ Figura 1.20. Esquema de conexión de un voltímetro.

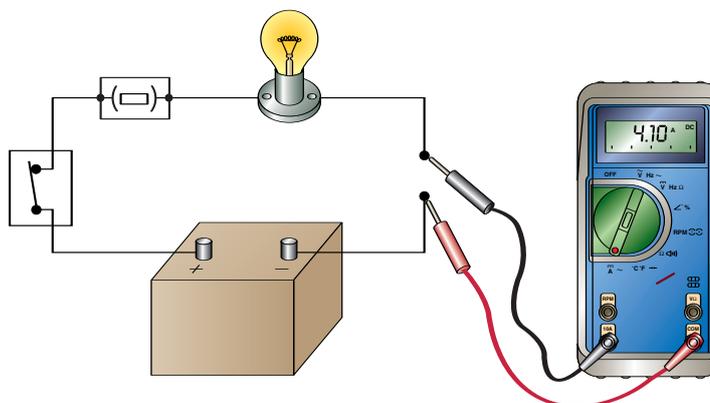


↑ Figura 1.21. Medición de tensión.

Medición de intensidad (en amperios). La intensidad se mide **en serie**, intercalando el polímetro en el circuito, para lo cual se debe abrir el circuito, intercalar el polímetro y posteriormente cerrar el circuito para lograr que la corriente que fluye por él, lo haga también por el aparato de medida. Esta medida también se puede realizar sin necesidad de intercalar el polímetro, por medio de una pinza también amperimétrica.



↑ Figura 1.22. Esquema de conexión de un Amperímetro.



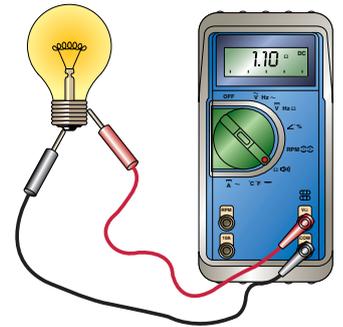
↑ Figura 1.23. Medición de intensidad.

Medición de resistencia (en ohmios)

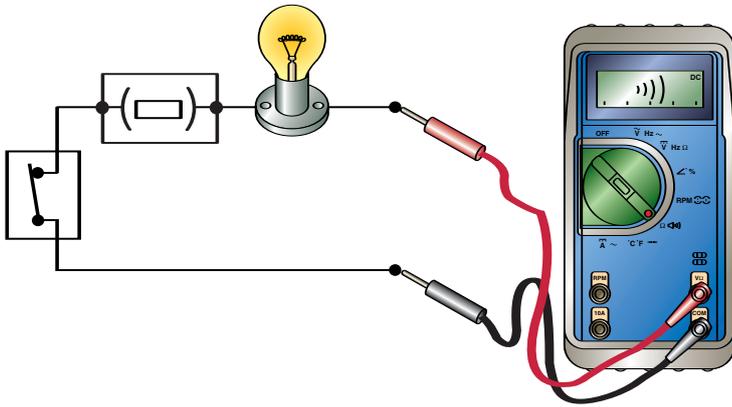
La resistencia se mide estando el componente desconectado por completo del circuito, de tal forma que no exista tensión en el mismo.

Prueba de continuidad (sonora)

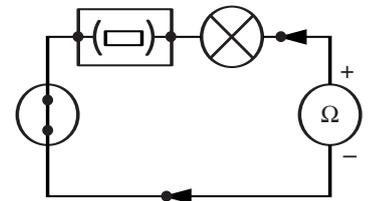
Se realiza con el circuito objeto de prueba desconectado, sin tensión ni corriente. Si el circuito está abierto, el polímetro no emite sonido, pero si existe continuidad emite un zumbido.



↑ **Figura 1.24.** Medición de resistencia, continuidad.



↑ **Figura 1.25.** Prueba sonora de continuidad.



↑ **Figura 1.26.** Esquema de conexión de un Óhmetro.

ACTIVIDADES RESUELTAS

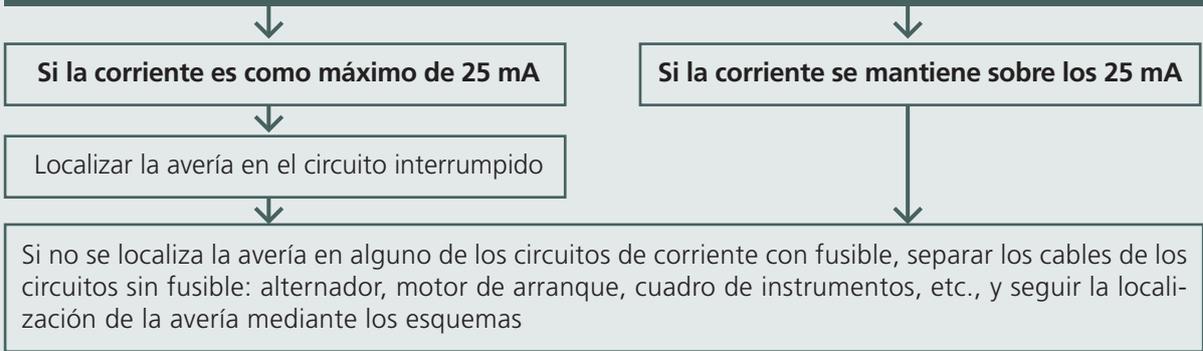
Detección de corrientes de fuga (consumos secretos)

Estas corrientes pueden ser debidas, además de por las causas anteriormente referidas, por las siguientes: contactos corroídos o sucios, cables en mal estado o rozados, conexiones internas a masa de los componentes.

Proceso para la localización de estas corrientes (con la batería en perfectas condiciones):

- Desembornar el cable a masa de la batería.
- Conectar el polímetro en serie (medición de amperios, máximo rango) entre el polo negativo de la batería y el cable de masa.
- Desconectar todos los consumidores de corriente (radio, luz interior).
- Reducir el rango de medición hasta que la indicación sea legible y del orden de los mA.

Interrumpir uno tras otros los circuitos, extrayendo sucesivamente los fusibles



8. Precauciones en los trabajos con componentes eléctricos-electrónicos

El continuo desarrollo de los vehículos automóviles conlleva un aumento en el número de equipos y sistemas eléctricos/electrónicos que incorporan. La realización de trabajos o manipulación de estos sistemas puede provocar nuevas y costosas averías si antes no se toman las siguientes medidas de precaución:

- Desconectar el encendido del vehículo, antes de proceder a realizar cualquier trabajo en su sistema eléctrico/electrónico. Es más aconsejable, y en algunos casos imprescindible, desembornar el cable de masa de la batería. Pueden producirse picos de tensión (sobre tensiones transitorias) al desenchufar o enchufar los conectores del mazo de cables de las unidades de mando, perjudiciales para los equipos electrónicos.
- Antes de manipular o realizar comprobaciones en los sistemas electrónicos, es aconsejable tocar un punto de masa, para eliminar la posible electricidad estática del operario.
- Al desenchufar los conectores, hay que asegurarse de que las lengüetas de bloqueo estén sueltas, y tirar del propio conector, nunca del cable.
- No se debe trabajar en circuitos electrónicos con lámparas de prueba, o polímetros analógicos, ya que las elevadas corrientes de prueba de estos equipos podrían producir daños en las unidades.

Al sustituir las baterías o al realizar trabajos sobre estas, tenemos que seguir las siguientes pautas:

- Al conectar una batería no invertir su polaridad y asegurarse de que los terminales están firmemente embornados. No desmontar la batería con el motor en marcha o con el contacto puesto.
- Cargar la batería fuera del vehículo, o en su defecto, desconectada de la red eléctrica del vehículo.
- Para arrancar el motor del automóvil, con ayuda de una batería o equipo de arranque externo, conviene asegurarse que es de la tensión adecuada (idéntica a la del vehículo) y que no hay circuitos eléctricos conectados, para reducir el riesgo de aparición de chispas al realizar las conexiones. Conectaremos primero el polo positivo de la batería externa, o equipo, al polo positivo de la batería del vehículo, y posteriormente el negativo de la batería externa a un punto de masa situado como mínimo a 40 cm de la batería, para evitar explosiones si saltase alguna chispa. Una vez arrancado el motor, activar un consumidor (luneta térmica o electroventilador) para reducir el pico de tensión que se produce al retirar los cables auxiliares, cuidando de que estos cables no se toquen y produzcan cortocircuitos.
- En caso de realizar trabajos de soldadura eléctrica sobre el vehículo, se debe desembornar la batería. Para ello, desconectaremos las uniones de enchufe de todos los aparatos electrónicos de mando y retiraremos las unidades de mando próximas al área de reparación.
- Si tras una reparación se precisa la utilización de una cámara de secado, desmontaremos del vehículo las unidades de mando (temperaturas superiores a los 80 °C dañan de forma irreparable estas unidades). No se debe arrancar el motor hasta que se haya enfriado el vehículo a temperatura ambiente.
- En trabajos relacionados con airbag, desconectamos la batería y seguiremos fielmente los pasos y recomendaciones estipulados por el fabricante.

ACTIVIDADES FINALES

AMPLIACIÓN

- 1. Desde el punto de vista eléctrico, ¿qué son los metales?
- 2. ¿Cómo podemos clasificar los cableados por el tipo de función que realizan?
- 3. ¿Para qué sirven los números de orden de las vías?
- 4. ¿Cómo se identifican los terminales en los esquemas de representación separada?
- 5. Un conductor de $1,5 \text{ mm}^2$ de sección, ¿qué corriente admite y qué otras características posee?
- 6. ¿Qué cometido tienen los fusibles?

DE TALLER

- 1. Realiza, sobre un panel, la instalación de dos lámparas de 45 W y determina la sección necesaria de los conductores. Nota: la tensión del circuito son 12 V.
- 2. Por medio de un soldador eléctrico, lleva a cabo la unión soldada entre cables de diferente sección y entre estos y sus conectores.
- 3. Realiza el engatillado de terminales preaislados y no aislados a diferentes cables con la herramienta adecuada.
- 4. Del esquema de la figura 1.4, representa en una hoja DIN A4 los circuitos por las funciones siguientes: intermitencias y alumbrado.

PARA PRACTICAR

HERRAMIENTAS

- Multímetro digital.

MATERIAL

- Maqueta con circuito de dos lámparas.

Manejo del multímetro

OBJETIVO

Realizar prácticas reales de medidas de tensión e intensidad.

PRECAUCIONES

Respetar la polaridad y las escalas de medida.

DESARROLLO

1. Coloca el multímetro en la escala y tensión adecuadas.

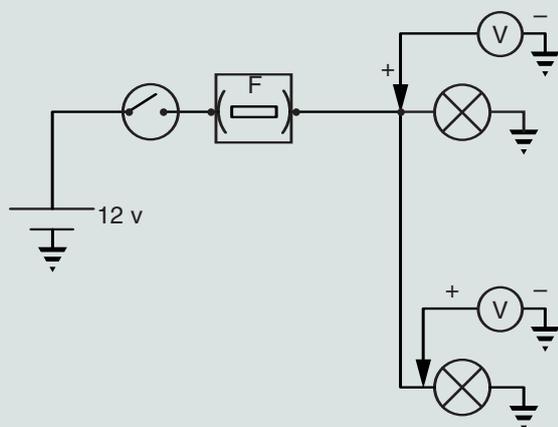


↑ Figura 1.27.

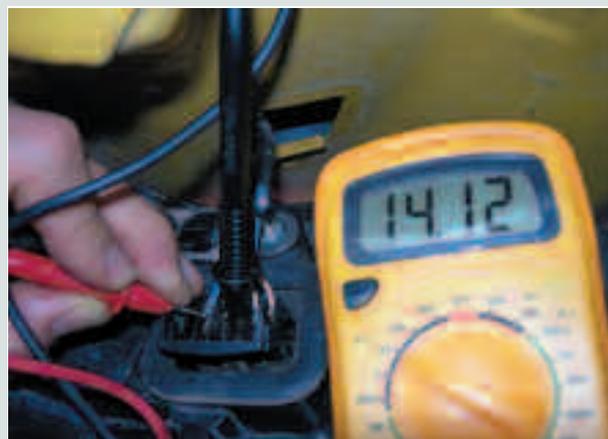


↑ Figura 1.28.

2. Localiza en la clema los cables de tensión del circuito. El voltímetro está en paralelo.

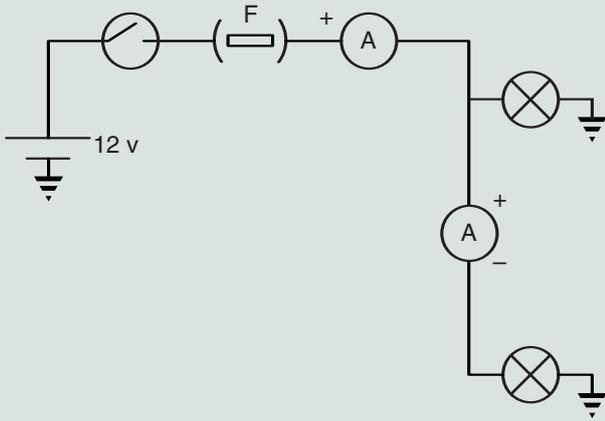


↑ Figura 1.29.



↑ Figura 1.30.

3. Mide la intensidad total del circuito.



↑ Figura 1.31.

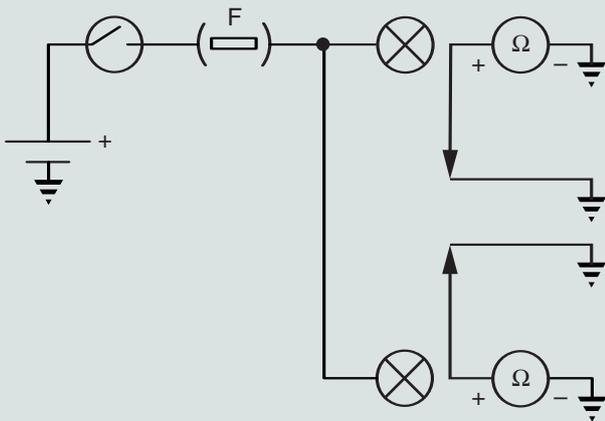


↑ Figura 1.32.



↑ Figura 1.33.

4. Mide la resistencia de las masas de las lámparas.



↑ Figura 1.34.



↑ Figura 1.35.

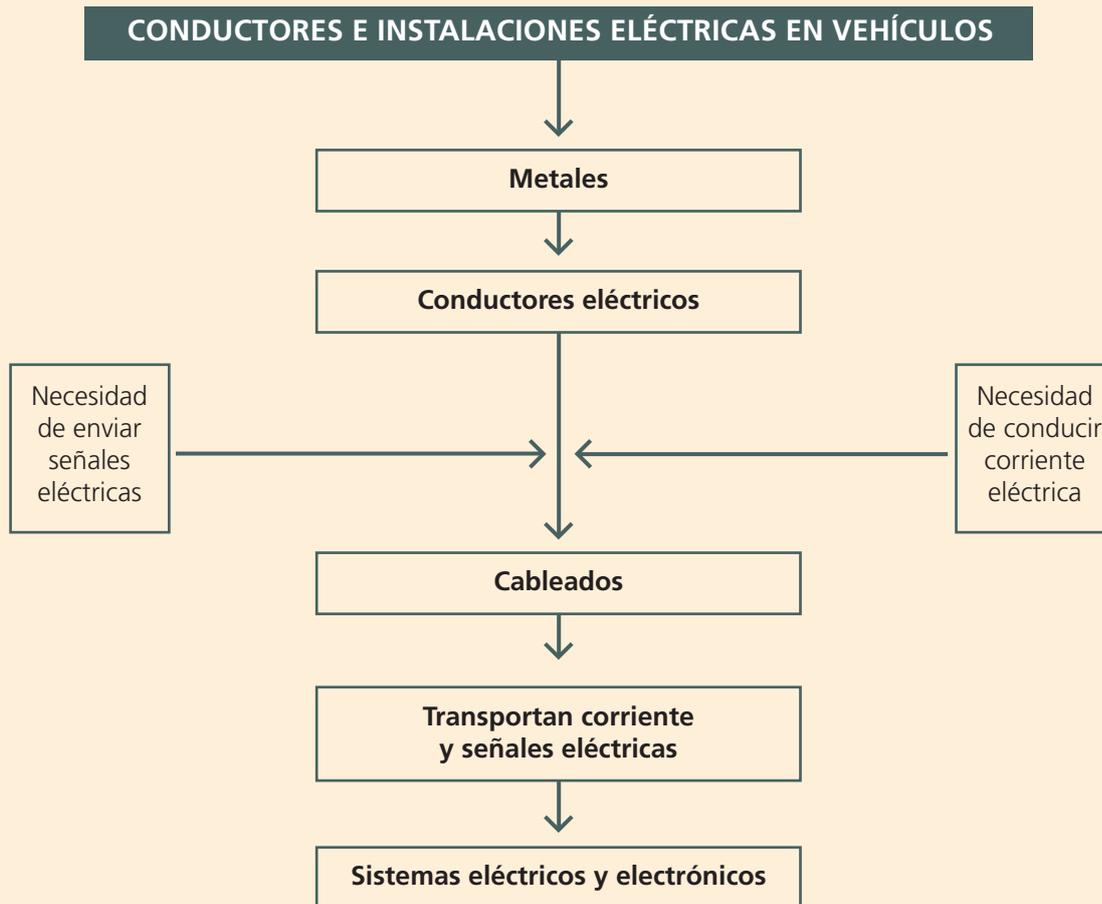
El óhmetro mide la masa de las lámparas, se conecta el común con la masa de la lámpara y el cable «+» del óhmetro a una masa próxima que no tenga resistencia, «masa buena».

Si no fuese así la resistencia que mediría el ohmetro sería la resistencia de las dos resistencias.

EVALÚA TUS CONOCIMIENTOS

- 1** ¿Qué metal tiene mejor conductibilidad eléctrica y es el más empleado en las conducciones eléctricas?
- a) El hierro. c) El cobre.
b) El plomo. d) El aluminio.
- 2** Los circuitos eléctricos de los vehículos son unifilares, ¿qué parte del vehículo actúa como cable del negativo masa?
- a) Las partes de cristal. c) Los vehículos no tienen masa.
b) Los plásticos de la carrocería. d) La carrocería.
- 3** ¿A qué cable sustituye la masa del vehículo?
- a) Al cable negativo del circuito. c) Al positivo del circuito.
b) A ninguno. d) A ambos.
- 4** ¿Cuál de estas mediciones se debe realizar en serie?
- a) Resistencia. c) Tensión.
b) Intensidad. d) Potencia.
- 5** La resistencia de un circuito se mide en:
- a) Amperios. c) Ohmios.
b) Voltios. d) vatios.
- 6** Para calcular la sección de un cable necesitamos conocer:
- a) La intensidad, la longitud, el material del cable y la caída de tensión del circuito. b) Solamente la longitud del cable y la tensión del circuito.
- 7** ¿Qué misión tienen los fusibles en los circuitos eléctricos?
- a) Limitar la tensión del circuito. c) Evitar caídas de tensión.
b) Limitar la intensidad que circula por el circuito. d) Evitar fugas de corriente.
- 8** ¿Dónde se localizan los puntos de masa de un vehículo?
- a) Los puntos de masa están localizados y señalados en planos del fabricante. c) No se conoce la posición de los puntos de masa y hay que buscarlos con un polímetro.
b) Los puntos de masa están puestos al azar. d) Los vehículos solo tienen un punto de masa, que es el borne negativo de la batería.
- 9** ¿Es necesario desconectar la batería para realizar trabajos de soldadura eléctrica?
- a) No. c) Sí, siempre.
b) Solo para soldadura en el circuito de alumbrado. d) Solo para soldadura en el circuito de refrigeración.

EN RESUMEN



AMPLÍA CON...



- Tecno
- Nuestros talleres
- Manual de la técnica del automóvil (Bosch)
- Electronic autovolt
- Revista técnica del automóvil



- www.autocity.com
- www.km77.com
- www.centro-zaragoza.com
- www.comforp.org
- www.da-web.es