



Religación Press

# **INGENIERÍA DE SEMICONDUCTORES PARA UNIDADES DE CONTROL ELECTRÓNICO EN AUTOMÓVILES**

**Una guía integral**

Diego Andrés Calero Torres  
Jairo Edison Guasumba Maila  
Richard Andrés Cabrera Armijos  
[Autores]





# **INGENIERÍA DE SEMICONDUCTORES PARA UNIDADES DE CONTROL ELECTRÓNICO EN AUTOMÓVILES**

## UNA GUÍA INTEGRAL

DIEGO ANDRÉS CALERO TORRES, JAIRO EDISON GUASUMBA MAILA,  
RICHARD ANDRÉS CABRERA ARMIJOS



Religación  
**Press**  
Ideas desde el Sur Global

# Religación **P**ress

## Equipo Editorial

Eduardo Díaz R. Editor Jefe  
Roberto Simbaña Q. Director Editorial  
Felipe Carrión. Director de Comunicación  
Ana Benalcázar. Coordinadora Editorial  
Ana Wagner. Asistente Editorial

## Consejo Editorial

Jean-Arsène Yao | Dilrabo Keldiyorovna Bakhronova | Fabiana Parra | Mateus Gamba Torres  
| Siti Mistima Maat | Nikoleta Zampaki | Silvina Sosa

**Religación Press**, es parte del fondo editorial del Centro de Investigaciones CICSHAL-RELIGACIÓN.

Diseño, diagramación y portada: Religación Press.

CP 170515, Quito, Ecuador. América del Sur.

Correo electrónico: [press@religacion.com](mailto:press@religacion.com)

[www.religacion.com](http://www.religacion.com)

Disponible para su descarga gratuita en <https://press.religacion.com>

Este título se publica bajo una licencia de Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0)



## **Ingeniería de Semiconductores para unidades de control electrónico en automóviles. Una guía integral**

Semiconductor Engineering for Automotive Electronic Control Units. A Comprehensive Guide

Engenharia de semicondutores para unidades de controle eletrônico automotivo. Um guia abrangente

Derechos de autor: Religación Press©

Primera Edición: 2024

Editorial: Religación Press

Materia Dewey: 621.3 - Ingeniería eléctrica; electrónica

Clasificación Tema: TJFC - Electrónica: circuitos y componentes/ TRCS - Destrezas relacionadas con el automóvil (mecánica del automóvil)

BISAC: TEC009090 TECHNOLOGY & ENGINEERING / Automotive

Público objetivo: Profesional / Académico

Colección: Ingeniería

Soporte/Formato: PDF / Digital

Publicación: 2024-08-16

ISBN: 978-9942-664-18-1



### **APA 7**

Calero Torres, D. A., Guasumba Maila, J. E., y Cabrera Armijos, R. A. (2024). *Ingeniería de Semiconductores para unidades de control electrónico en automóviles. Una guía integral*. Religación Press. <https://doi.org/10.46652/ReligacionPress.180>

## **[Revisión por pares]**

Este libro fue sometido a un proceso de dictaminación por académicos externos (doble-ciego). Por lo tanto, la investigación contenida en este libro cuenta con el aval de expertos en el tema quienes han emitido un juicio objetivo del mismo, siguiendo criterios de índole científica para valorar la solidez académica del trabajo.

## **[Peer Review]**

This book was reviewed by an independent external reviewers (double-blind). Therefore, the research contained in this book has the endorsement of experts on the subject, who have issued an objective judgment of it, following scientific criteria to assess the academic soundness of the work.



## **Sobre los autores**

### **Diego Andrés Calero Torres**

Instituto Superior Tecnológico Tecnoecuatoriano | Quito | Ecuador  
<https://orcid.org/0000-0003-4754-4251>  
acalero@istte.edu.ec  
acalero.daat@gmail.com

Máster en Energías Renovables, Ingeniero Automotriz, Diplomado en medición de sistemas electrónicos automotrices, diplomado en autotrónica automotriz, artesano calificado en mecánica automotriz, certificación por competencias laborales en formador de formadores.

### **Jairo Edison Guasumba Maila**

Instituto Superior Tecnológico Tecnoecuatoriano | Quito | Ecuador  
<https://orcid.org/0000-0002-0533-0397>  
jguasumba@istte.edu.ec  
jairo\_edy@hotmail.com

Profesional con 10 años de experiencia, Ingeniero Automotriz graduado en la Escuela Politécnica del Ejército, Magister en Diseño Mecánico Mención en Fabricación de Autopartes de Vehículos graduado en la Universidad Internacional SEK, coordinador de carrera del Instituto Superior Tecnológico Tecnoecuatoriano sede "La Magdalena".

### **Richard Andrés Cabrera Armijos**

Instituto Superior Tecnológico Tecnoecuatoriano | Quito | Ecuador  
<https://orcid.org/0000-0001-9480-885X>  
rcabrera@istte.edu.ec  
riancabrera88@gmail.com

Profesional con 10 años de experiencia en Materia de Seguridad y Salud Ocupacional y docente universitario, Coordinador de carrera Tecnología Superior en Seguridad e Higiene del Trabajo en el Instituto Superior Tecnológico Tecnoecuatoriano.



## **Resumen**

El libro se enfoca en la investigación de los componentes internos de la computadora con aplicación automotriz, los semiconductores son elementos variados, en función de su composición química, su forma física y su valor de operación por lo que su vuelve relevante el análisis de estos componentes con la finalidad de reconocerlos, diferenciarlos y aprender la forma de diagnóstico, se detalla el apartado de los drivers de potencia su funcionamiento y diagnóstico ya que estos son los más susceptibles de daños en las computadoras, finalmente el apartado final se explica brevemente el uso del trazador de curvas para el diagnóstico de semiconductores en las computadoras automotrices.

Palabras clave: ECU, drivers, semiconductores, Computadoras automotrices

## **Abstract:**

The book focuses on the investigation of the internal components of the computer with automotive application, semiconductors are varied elements, depending on their chemical composition, their physical form and their operating value so its becomes relevant the analysis of these components with the purpose of recognizing them, differentiate them and learn the way of diagnosis, the section of the power drivers their operation and diagnosis is detailed since these are the most susceptible to damage in computers, finally the final section briefly explains the use of the curve tracer for the diagnosis of semiconductors in automotive computers.

Keywords: ECU, drivers, semiconductors, Automotive computers

**Resumo:**

O livro se concentra na investigação dos componentes internos do computador com aplicação automotiva, os semicondutores são elementos variados, dependendo de sua composição química, sua forma física e seu valor operacional, portanto, torna-se relevante a análise desses componentes com o objetivo de reconhecê-los, diferenciá-los e aprender a forma de diagnóstico, a seção dos drivers de potência, sua operação e diagnóstico é detalhada, uma vez que estes são os mais suscetíveis a danos em computadores, finalmente, a seção final explica brevemente o uso do traçador de curva para o diagnóstico de semicondutores em computadores automotivos.

Palavras-chave: ECU, drivers, semicondutores, computadores automotivos.

## Contenido

[Peer Review]	6
Sobre los editores	8
Resumen	10
<b>Prólogo</b>	<b>19</b>
<b>Introducción</b>	<b>20</b>
<b>Capítulo 1</b>	
Generalidades de los Semiconductores	<b>29</b>
Componentes Activos y Pasivos	30
Resistencias, capacitor, inductor o bobina.	31
Resistencias	31
Capacitores	31
Bobinas	32
Diodos, transistores, MOSFET, IGBT	33
Diodos Semiconductores	33
Transistores	34
Transistor IGBT	37
<b>Capítulo 2</b>	
Ingeniería de Semiconductores	<b>40</b>
Resistencias	41
Tipos Según Su Montaje	41
Tamaño de la resistencia SMD	42
Resistencia SMD con valor 0 $\Omega$ y de precisión.	43
Tipos según su composición física.	45
Ejemplos de resistencias por código de colores y montaje superficial	47
Diagnóstico de Resistencias	49
Medición de resistencia 101 SMD, sobre la tarjeta electrónica	50
Medición de resistencia 100 SMD, desmontada de la tarjeta	51
Medición de resistencia de óxido metálico de 470 ohm	51
<b>Capítulo 3</b>	
Capacitores	<b>53</b>
Valor de la capacitancia:	54
Capacitores de poliéster	56
Capacitor electrolítico	57
Capacitor de tantalio	57
Capacitores SMD C�eramicos	58
Capacitor SMD Tantalio	58
Capacitores Electrolíticos SMD	59
1. Capacitor SMD.	60
2. Capacitor cerámico 104	60
3. Capacitor electrolítico de 100uF	61
4. Capacitor SMD sobre placa electrónica	61

<b>Capítulo 4</b>	<b>63</b>
El Diodo	63
Funcionamiento básico:	64
Polarización directa e inversa:	64
Tipos comunes de diodos:	64
Tipo de diodo por su montaje.	65
Tipo de diodo por su encapsulado.	66
Encapsulado plástico, DO-41	66
Diodos Zener.	66
Diodo dual	67
Diodos duales SMD, TO-220AB.	68
Pruebas:	68
Polarización inversa	69
Voltaje de pico inverso (VRP)	70
Diodo 1N4007	71
Diodo Zener 1N4148	72
Diodo SMD	73
Diodo ZENER	74
<b>Capítulo 5</b>	<b>76</b>
Transistores	76
Bipolar	77
Transistor empaque TO-92	78
PNP	78
Pruebas en los Transistores	79
Diodo de entrada va de base a emisor B-E	79
Diodo de salida va de base a colector B-C	79
Identificación de Terminales:	80
<b>Capítulo 6</b>	<b>84</b>
Drivers de potencia	84
MOSFET.	86
Ventajas del FET	88
Pruebas en MOSFET	88
IGBT	89
<b>Capítulo 7</b>	<b>94</b>
Diagnóstico por imágenes	94
Diagnostico por imágenes de computadora Kefico.	98
<b>Referencias</b>	<b>102</b>
<b>Anexos</b>	
Diseño de fuente para prueba de diodos en inversa	103
Imprimible	104

## Tablas

Tabla 1. Unidades de medida componentes pasivos	33
Tabla 2. Codificación de tensión con letra	60
Tabla 3. Voltaje de pico inverso en diodos	70
Tabla 4. Valores de diodos zener.	74
Tabla 5. Toma de mediciones	81
Tabla 6. Toma de mediciones	81

## Figuras

Figura 1. Computadora continental 76.1	21
Figura 2. Arquitectura de la unidad de control electrónico	22
Figura 4. Capacitores	32
Figura 4. Bobinas – inductores	33
Figura 4. Tipos de diodos	34
Figura 5. Resistencias axiales	41
Figura 6. Resistencia SMD de casquillo	42
Figura 7. Resistencia SMD plana	42
Figura 8. Tamaños de la resistencia SMD	43
Figura 9. Lectura de la resistencia SMD	44
Figura 10. Resistencia de carbón	45
Figura 11. Resistencia de óxido metálico	45
Figura 12. Resistencia de óxido metálico	46
Figura 13. Resistencia cerámica a 5 watt	46
Figura 14. Código de colores de las resistencias.	47
Figura 15. Código de colores de las resistencias	47
Figura 16. Resistencias SMD de 3 dígitos	48
Figura 17. Valor de resistencias SMD de 4 dígitos	48
Figura 18. Valor de resistencias SMD – EIA 96	49
Figura 19. Tester de elementos SMD	50
Figura 20. Resistencia de carbón	50
Figura 21. Medición resistencia SMD desmontada	51
Figura 22. Resistencia de carbón	51
Figura 23. Capacitores cerámicos	54
Figura 24. Capacitor poliéster	56
Figura 25. Capacitor electrolítico	57
Figura 26. Capacitor de tantalio	57
Figura 27. Capacitor SMD de tantalio	58
Figura 28. Capacitor electrolítico SMD	59
Figura 29. Medición de capacitor SMD	60
Figura 30. Medición de capacitores cerámicos	60
Figura 31. Medición de capacitor electrolítico	61
Figura 32. Medición de capacitor SMD sobre placa	61
Figura 33. Diodos axiales	65
Figura 34. Diodo SMD	65

Figura 35. Diodo con encapsulado plástico	66
Figura 36. Diodo con encapsulado de cristal	67
Figura 37. Diodo con encapsulado de cristal	67
Figura 38. Diodo dual SMD de alta potencia	68
Figura 39. Diodo dual SMD de baja potencia	68
Figura 41. medición de diodo 1N4007 en directa	71
Figura 42. Medición de diodo 1N4007 en inversa.	71
Figura 43. Medición de diodo 1N4148 en directa	72
Figura 44. Medición de diodo 1N4148 en inversa	72
Figura 45. Medición de diodo SMD en directa	73
Figura 46. Medición de diodo SMD en inversa	73
Figura 47. Simbología transistor npn	77
Figura 48. Esquemático transistor npn	77
Figura 49. Transistor npn, TO-92	78
Figura 50. Simbología transistor PNP	78
Figura 51. Esquemático PNP	78
Figura 52. Medición de transistor en su diodo de entrada	79
Figura 55. Transistor mosfet	86
Figura 56. Medición de diodo SMD en inversa	87
Figura 57. transistor Mosfet	87
Figura 58. Mosfet IRF	87
Figura 59. Mosfet SMD	88
Figura 60. Transistor IGBT	89
Figura 61. Comparativo entre transistor igbt y mosfet	90
Figura 62. Transistor IGBT SMD	90
Figura 63. Transistor IGBT	91
Figura 64. Curva de diodo	96
Figura 65. Curva de resistencia	96
Figura 66. Curva de capacitor	97
Figura 67. Diodo Zener	97
Figura 68. Computadora Kefico	98
Figura 69. Gate del mosfet	98
Figura 70. Source del mosfet	99
Figura 71. Drain del mosfet	99
Figura 72. Comparación de gate de dos mosfet	99
Figura 73. Resistencia 61R9	100
Figura 74. Capacitor 47uF a 10V	100
Figura 75. Condensador 100 uf	100



**Ingeniería de Semiconductores para unidades de control  
electrónico en automóviles**  
Una guía integral



## Prólogo

La evolución tecnológica en el ámbito automotriz ha sido impulsada en gran medida por los avances en la ingeniería de semiconductores, especialmente en las unidades de control electrónico (ECU). Este libro, titulado "Ingeniería de Semiconductores para Unidades de Control Electrónico en Automóviles: Una Guía Integral", se ha elaborado con el propósito de proporcionar una literatura técnica actualizada y valiosa sobre los componentes internos de las computadoras automotrices, prestando especial atención a los semiconductores que las conforman.

El texto se adentra en el análisis detallado de los semiconductores, considerándolos desde varias perspectivas fundamentales: su composición química, su estructura física, y su valor de operación. Cada uno de estos aspectos es crucial para entender no solo el funcionamiento de los componentes, sino también para reconocerlos, diferenciarlos y diagnosticar posibles fallos que puedan afectar el rendimiento de la unidad de control.

Es esencial destacar que, debido a la susceptibilidad de los semiconductores a daños dentro de las computadoras automotrices, se ha dedicado un apartado específico a los drivers de potencia. Estos componentes, que juegan un rol crítico en el manejo de corrientes y voltajes dentro del sistema, son los más propensos a fallas. Por esta razón, se ofrece una explicación detallada de su funcionamiento, así como métodos precisos para su diagnóstico.

Finalmente, se introduce al lector en el uso del trazador de curvas, una herramienta invaluable para el diagnóstico de semiconductores. Este instrumento permite una evaluación precisa del comportamiento eléctrico de los componentes, facilitando la identificación de anomalías en el circuito de las ECUs automotrices.

A través de este libro, se espera no solo proporcionar una comprensión técnica sólida de los semiconductores en el contexto automotriz, sino también servir como una guía práctica para ingenieros, técnicos y estudiantes interesados en el diagnóstico y la reparación de las unidades de control electrónico.

# Introducción

## Computadoras automotrices

Una computadora automotriz, también conocida como unidad de control electrónico (ECU, por sus siglas en inglés), es un componente esencial en los vehículos modernos. Esta computadora es responsable de gestionar y controlar diversas funciones y sistemas del automóvil para garantizar un rendimiento eficiente y cumplir con los estándares de emisiones.

Uno de los principales impulsores de la implementación de la electrónica en el campo automotor fue el control de emisiones contaminantes a través de la norma OBD. La norma OBD, que significa “On-Board Diagnostics” en inglés, se refiere a un conjunto de estándares y protocolos de diagnóstico utilizados en la industria automotriz. El OBD es un sistema que monitorea y controla varios componentes del vehículo y detecta posibles problemas o fallas en el rendimiento del motor y otros sistemas relacionados, todo esto con la única finalidad de reducir las emisiones contaminantes.

Ante el éxito en el control electrónico en la inyección de combustible, se fue ampliando este control a los sistemas de seguridad activos y pasivos. Actualmente todos los sistemas automotrices tienen asistencia de control electrónico a través de computadoras a bordo.

En este tópico radica la importancia del estudio de elementos semiconductores que conforman las computadoras automotrices.

Algunas de las funciones clave de una computadora automotriz incluyen:

**Control del motor:** La ECU, *engine control unit*, *unidad de control electrónico*, controla la mezcla de combustible y aire, el encendido, la sincronización del motor y otras funciones relacionadas con el rendimiento del motor para optimizar la eficiencia y reducir las emisiones.

**Sistema de combustible:** Controla la inyección de combustible en los cilindros del motor para mantener una mezcla adecuada y eficiente.

**Sistema de transmisión:** Gestiona la transmisión automática para cambiar las marchas de manera óptima y garantizar un rendimiento suave.

**Sistemas de frenos antibloqueo (ABS):** Controla el sistema de frenos ABS para evitar el bloqueo de las ruedas durante una frenada brusca.

**Sistema de control de tracción:** Regula la potencia del motor y los frenos para prevenir el deslizamiento de las ruedas en situaciones de baja tracción.

**Control de emisiones:** Supervisa y ajusta los sistemas relacionados con las emisiones para cumplir con los estándares ambientales.

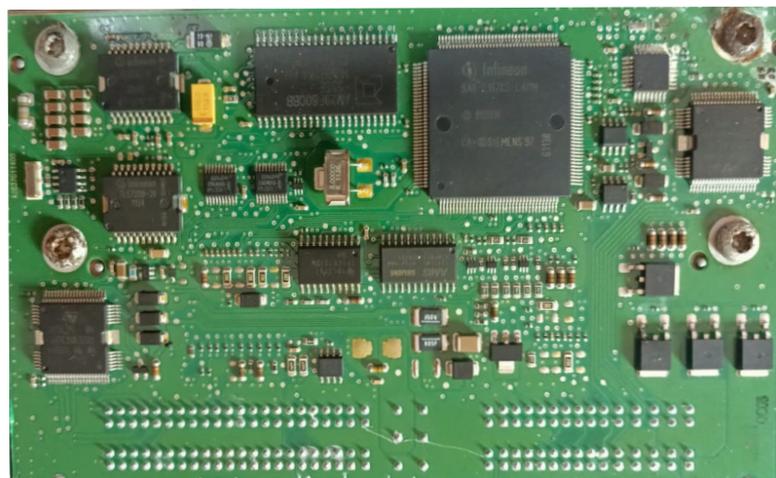
**Sistema de airbags:** Gestiona el despliegue de los airbags en caso de colisión, utilizando información de sensores distribuidos en el vehículo.

**Sistemas de monitoreo:** Supervisa diversos sensores en el vehículo, como los relacionados con la temperatura del motor, la presión de los neumáticos, entre otros.

La computadora automotriz procesa información en tiempo real proveniente de una variedad de sensores distribuidos en el vehículo y toma decisiones para optimizar el rendimiento, la eficiencia y la seguridad. La complejidad y sofisticación de estas computadoras han aumentado significativamente a medida que los vehículos se han vuelto más avanzados tecnológicamente.

Un porcentaje importante de las fallas en los vehículos modernos tiene que ver con la computadora automotriz, entendiendo que pueden ser fallas lógicas o fallas físicas, en este apartado nos enfocaremos en las fallas físicas de los componentes semiconductores que componen una computadora automotriz.

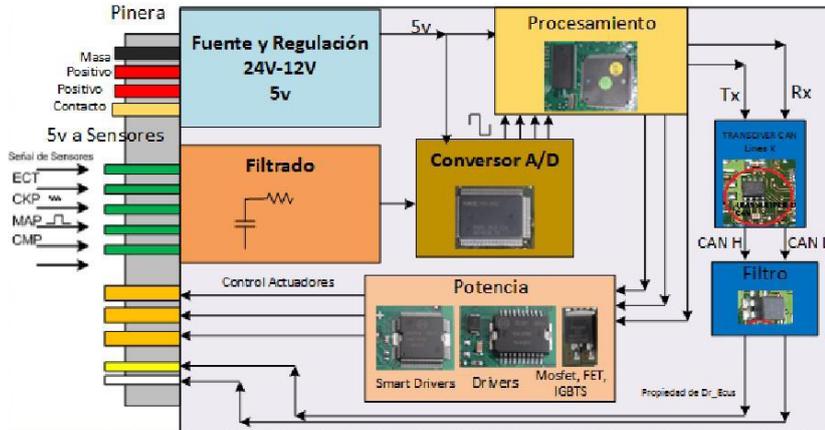
Figura 1. Computadora continental 76.1



Fuente: elaboración propia.

## Arquitectura de una ECU

Figura 2. Arquitectura de la unidad de control electrónico



Fuente: Dr. Ecus.

La unidad de control electrónico está dividida en varias etapas o bloques, tres de ellas son principales, bloque de entrada, bloque de procesamiento y bloque de potencia

### 1.- Bloque de entrada.

En el contexto de una Unidad de Control Electrónico (ECU), el “bloque de entrada” se refiere a la sección o conjunto de componentes que gestionan y procesan las señales provenientes de los diversos sensores del vehículo. Estos sensores proporcionan información sobre las condiciones y el estado del motor y otros sistemas del vehículo. El bloque de entrada es crucial para la capacidad de la ECU para monitorear y ajustar dinámicamente el funcionamiento del motor.

Los elementos típicos que forman parte del bloque de entrada incluyen:

#### Sensores:

Los sensores son dispositivos que detectan y convierten diferentes magnitudes físicas (como temperatura, presión, posición, velocidad, etc.) en señales eléctricas. Estos sensores proporcionan información crítica sobre el estado del motor y otros componentes del vehículo.

Ejemplos comunes de sensores en el bloque de entrada incluyen el sensor de posición del acelerador (TPS), el sensor de temperatura del refrigerante, el sensor de posición del

cigüeñal (CKP), el sensor de oxígeno (O2), el sensor de presión del múltiple de admisión (MAP), entre otros.

### *Amplificadores y acondicionadores de señal:*

Las señales provenientes de los sensores pueden ser débiles o requerir ajustes para ser utilizados de manera efectiva. Los amplificadores y acondicionadores de señal pueden fortalecer o modificar estas señales para que sean más adecuadas para el procesamiento por parte de la ECU.

### *Convertidores Analógico-Digitales (ADC):*

Muchas señales provenientes de los sensores son analógicas, mientras que la mayoría de los microcontroladores en las ECUs trabajan con señales digitales. Los convertidores analógico-digitales se utilizan para convertir las señales analógicas en formato digital, permitiendo que el microcontrolador las procese.

El bloque de entrada es esencial porque proporciona a la ECU la información necesaria para tomar decisiones informadas sobre cómo controlar y ajustar los diferentes aspectos del motor. La precisión y confiabilidad de este bloque son críticas para el rendimiento general del sistema de gestión del motor. La información recopilada por el bloque de entrada se utiliza en conjunto con los algoritmos y estrategias de control en la etapa de procesamiento de la ECU para optimizar el rendimiento del motor en tiempo real.

### *Bloque de procesamiento.*

La etapa de procesamiento en una Unidad de Control Electrónico (ECU) se refiere a la parte del hardware de la ECU que realiza el procesamiento de la información y ejecuta las funciones de control. Esta etapa está compuesta principalmente por el microcontrolador o microprocesador y la memoria asociada. A continuación, se explican los elementos clave de la etapa de procesamiento en una ECU:

### *Microcontrolador o Microprocesador:*

Es el componente central de la etapa de procesamiento y actúa como el “cerebro” de la ECU. Puede ser un microcontrolador específico para aplicaciones automotrices o un microprocesador más generalizado, dependiendo del diseño y las especificaciones del fabricante.

El microcontrolador ejecuta el software almacenado en la memoria para controlar y supervisar el funcionamiento del motor.

### **Memoria:**

La memoria en la etapa de procesamiento se divide generalmente en dos tipos principales:

ROM (Memoria de sólo lectura): Contiene el software (programa) que es esencial para el funcionamiento de la ECU. Este software no cambia durante el funcionamiento normal y es fundamental para las funciones básicas de la ECU.

RAM (Memoria de acceso aleatorio): Se utiliza para almacenar datos temporales y variables mientras la ECU está en funcionamiento. La RAM es volátil, lo que significa que pierde su contenido cuando se apaga la alimentación.

### **Unidad de Procesamiento:**

La unidad de procesamiento se refiere a la capacidad del microcontrolador para ejecutar instrucciones, realizar cálculos y gestionar la lógica de control del motor.

El rendimiento de la unidad de procesamiento es crucial para garantizar una respuesta rápida y eficiente a los cambios en las condiciones de funcionamiento del motor.

### **Algoritmos y Estrategias de Control:**

Los algoritmos de control son programas complejos que determinan cómo la ECU debe ajustar la mezcla de combustible, el tiempo de encendido, la presión de sobrealimentación, entre otros parámetros, en función de la información de los sensores.

Las estrategias de control son lógicas más amplias que guían el comportamiento general de la ECU en diferentes situaciones de conducción.

### **Bloque de salida**

En una Unidad de Control Electrónico (ECU), el “bloque de salida” se refiere a la sección encargada de enviar señales de control a los actuadores del vehículo. Los actuadores son componentes que realizan acciones físicas en respuesta a las órdenes de la ECU. El

bloque de salida es esencial para ejecutar las decisiones tomadas por la ECU en la etapa de procesamiento, ajustando así el funcionamiento del motor y otros sistemas del vehículo.

Los elementos típicos que forman parte del bloque de salida incluyen:

### **Actuadores:**

Los actuadores son dispositivos que realizan acciones mecánicas o eléctricas en respuesta a las señales de control de la ECU. Algunos ejemplos de actuadores en el bloque de salida son:

*Inyectores de Combustible:* Controlan la cantidad de combustible inyectado en los cilindros.

*Bobinas de encendido:* Generan la chispa necesaria para la combustión en los cilindros.

*Válvulas de Admisión y Escape:* Controlan el flujo de gases en los cilindros.

*Válvula de Control de Ralentí:* Ajusta el régimen de ralentí del motor.

*Válvulas EGR (Recirculación de Gases de Escape):* Regulan la recirculación de gases de escape para controlar las emisiones.

*Turbo o Compresor:* Ajustan la presión de sobrealimentación en motores sobrealimentados.

### **Amplificadores de potencia:**

Algunos actuadores pueden requerir una mayor corriente o potencia que la que el microcontrolador de la ECU puede proporcionar directamente. En tales casos, se utilizan amplificadores de potencia para aumentar la capacidad de corriente y controlar eficazmente los actuadores.

### **Circuitos de Protección y Control:**

Se incluyen circuitos de protección para garantizar que los actuadores no sufran daños debido a condiciones anormales o fallas en el sistema.

Los circuitos de control pueden proporcionar funciones específicas, como la modulación de la velocidad de los motores eléctricos de las válvulas o la gestión de la frecuencia de los inyectores de combustible.

## **Relés y Conmutadores:**

En algunos casos, se utilizan relés y conmutadores para controlar circuitos de alta corriente, como los que alimentan a las bobinas de encendido o los inyectores.

En resumen, el bloque de salida de una ECU es crucial para traducir las decisiones de control tomadas por el microcontrolador en señales efectivas que actúan sobre los componentes mecánicos o eléctricos del motor. La precisión y la sincronización adecuada entre el bloque de entrada y el bloque de salida son esenciales para garantizar un rendimiento eficiente y confiable del sistema de gestión del motor.

## **Bloque de soporte**

Tiene que ver con la alimentación a los bloques anteriores por eso es importante hablar de la etapa de regulación

La etapa de regulación de voltaje en una Unidad de Control Electrónico (ECU) es crucial para garantizar un suministro de energía estable y constante a los componentes electrónicos de la unidad. La regulación de voltaje es esencial porque muchos componentes electrónicos son sensibles a las variaciones en la alimentación eléctrica. A continuación, se describen los elementos clave de la etapa de regulación de voltaje en una ECU:

### **Regulador de voltaje:**

La ECU suele incluir un regulador de voltaje que se encarga de mantener la salida de voltaje dentro de un rango específico, incluso cuando la entrada de voltaje puede variar debido a fluctuaciones en el sistema eléctrico del vehículo.

El regulador de voltaje puede ser un componente integrado en la placa de la ECU o un dispositivo externo.

### **Sensores de voltaje:**

La ECU puede estar equipada con sensores de voltaje que monitorean la tensión de la batería o del sistema eléctrico del vehículo.

Estos sensores proporcionan información a la ECU para que pueda ajustar la regulación del voltaje según sea necesario.

## **Filtros y Condensadores:**

Se utilizan filtros y condensadores para suavizar la señal de voltaje y reducir el ruido eléctrico. Esto ayuda a mantener una fuente de alimentación más limpia y estable.

## **Detección de Fallos:**

Algunas ECU están diseñadas para detectar fallas en la regulación de voltaje. Si se detecta un problema, la ECU puede tomar medidas para proteger los componentes críticos o notificar al conductor a través de códigos de error o luces indicadoras en el tablero.

## **Protección contra Sobretensiones y Subtensiones:**

La etapa de regulación de voltaje también puede incluir dispositivos de protección contra sobretensiones y subtensiones para evitar daños a los componentes electrónicos sensibles de la ECU.

La regulación efectiva del voltaje es esencial para garantizar un rendimiento confiable de la ECU y de todos los sistemas controlados electrónicamente en el vehículo. Variaciones significativas en el voltaje pueden afectar negativamente el funcionamiento de los sensores, actuadores y otros componentes, lo que podría traducirse en un rendimiento deficiente del motor y otros sistemas del vehículo. Por lo tanto, la etapa de regulación de voltaje es una parte crítica del diseño de una ECU.



# **Capítulo 1**

## Generalidades de los Semiconductores

Los materiales semiconductores son materiales que tienen propiedades eléctricas intermedias entre los conductores y los aislantes. Estos materiales son fundamentales en la fabricación de dispositivos electrónicos, como transistores, diodos y circuitos integrados. A diferencia de los conductores, que permiten que la corriente eléctrica fluya fácilmente, y de los aislantes, que la bloquean por completo, los semiconductores exhiben una conductividad eléctrica que puede ser controlada y modificada.

Los semiconductores más comunes son cristales de silicio (Si) y germanio (Ge), pero también se utilizan otros materiales compuestos como arseniuro de galio (GaAs), fosforeno (black phosphorus), y algunos polímeros orgánicos. La propiedad clave de los semiconductores es que su conductividad eléctrica puede aumentar o disminuir según la cantidad de impurezas o “dopantes” que se introduzcan en su estructura cristalina.

Cuando se dopa un semiconductor con impurezas de tipo N (dopaje tipo N), se introducen electrones adicionales que aumentan su conductividad eléctrica. Por otro lado, si se dopa con impurezas de tipo P (dopaje tipo P), se introducen “huecos” o lugares vacíos en la estructura cristalina, lo que también mejora la conductividad. La combinación de regiones tipo N y tipo P en un mismo dispositivo da lugar a la creación de dispositivos semiconductores más complejos, como los transistores bipolares y los transistores de efecto de campo (FET).

La capacidad de controlar la conductividad eléctrica de los semiconductores es esencial para el diseño y la fabricación de componentes electrónicos, permitiendo la creación de circuitos que realizan funciones específicas en dispositivos electrónicos, desde simples radios hasta complejas computadoras.

## Componentes Activos y Pasivos

Los elementos semiconductores, como los transistores y circuitos integrados, utilizan una combinación de componentes activos y pasivos para realizar funciones específicas. Por lo tanto, las computadoras automotrices cuentan con elementos semiconductores que es importante conocerlos, diferenciarlos y principalmente aprender su ingeniería de funcionamiento.

Aquí hay una breve descripción de ambos tipos de componentes en el contexto de elementos semiconductores:

**Componentes pasivos:** son los que no requieren un voltaje de polarización. Los semiconductores pasivos, por otro lado, se refieren a componentes que no amplifican ni controlan la corriente, sino que almacenan o disipan energía.

## Resistencias, capacitor, inductor o bobina.

### Resistencias

Las resistencias se utilizan para limitar el flujo de corriente y ajustar niveles de voltaje en un circuito. Son esenciales para el diseño y la operación de circuitos electrónicos.

La resistencia eléctrica se mide en ohmios ( $\Omega$ ) y se representa con el símbolo “R” en las tarjetas electrónicas.

Las resistencias cumplen varias funciones en un circuito, como controlar la corriente, dividir el voltaje, proporcionar realimentación, generar caídas de voltaje y proteger otros componentes. Estos dispositivos están disponibles en una variedad de formas, tamaños y valores de resistencia para adaptarse a diferentes aplicaciones.

Figura 3. Resistencias.



Fuente: elaboración propia

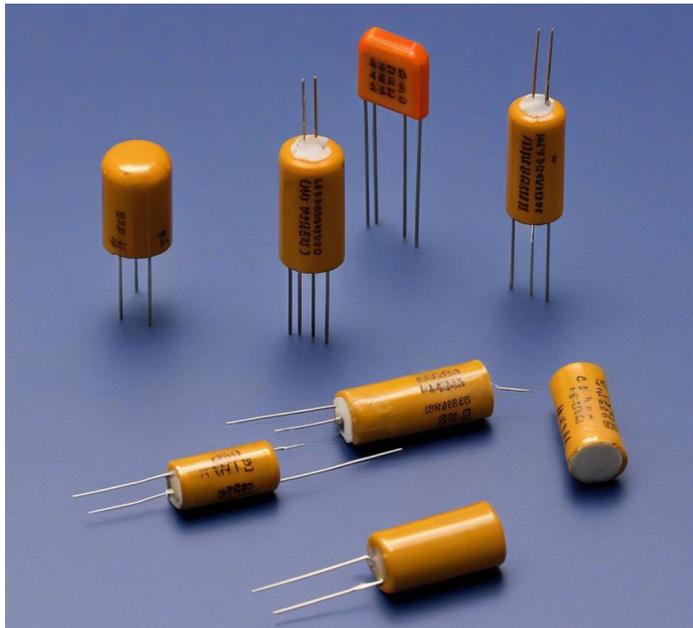
### Capacitores

Los capacitores almacenan y liberan carga eléctrica. Se utilizan para filtrar señales, acoplar señales entre etapas de un circuito y en muchas otras aplicaciones.

También se les conoce comúnmente como condensadores. Consisten en dos placas conductoras separadas por un material dieléctrico, que puede ser un aislante eléctrico como cerámica, papel impregnado de aceite, plástico, mica, entre otros. La capacitancia (la capacidad de almacenar carga) se mide en faradios (F).

Cuando se aplica un voltaje a través de las placas del condensador, se acumula carga en las placas, creando un campo eléctrico entre ellas. La cantidad de carga almacenada está directamente relacionada con la diferencia de potencial (voltaje) aplicada y la capacitancia del condensador.

Figura 4. Capacitores



Fuente: elaboración propia

## Bobinas

También conocidas como inductores, las bobinas almacenan energía en un campo magnético cuando una corriente fluye a través de ellas. Se utilizan en circuitos para filtrar señales, almacenar energía y en aplicaciones como transformadores.

Consisten en una bobina de alambre enrollada alrededor de un núcleo, que puede ser de ferrita o de otro material ferromagnético. La unidad de inductancia se mide en henrios (H).

Cuando se aplica un voltaje a través de un inductor, la corriente no aumenta instantáneamente debido a la propiedad inductiva. En lugar de eso, el inductor resiste los cambios en la corriente y acumula energía en forma de campo magnético. Cuando la corriente se reduce o se corta, el inductor libera esta energía almacenada en el campo magnético, generando un voltaje en sentido opuesto al cambio original.

Figura 4. Bobinas – inductores



Fuente: elaboración propia

Tabla 1. Unidades de medida componentes pasivos

Resistencia: se mide en ohm, $\Omega$ (ohm), $K\Omega$ (kilo ohm) y $M\Omega$ (Mega ohm)
Capacitor: se mide en faradio (f), uf (microfaradio), nf (nanofaradio) y pf (picofaradio)
Inductor: se mide en henrio, h.

Fuente: elaboración propia

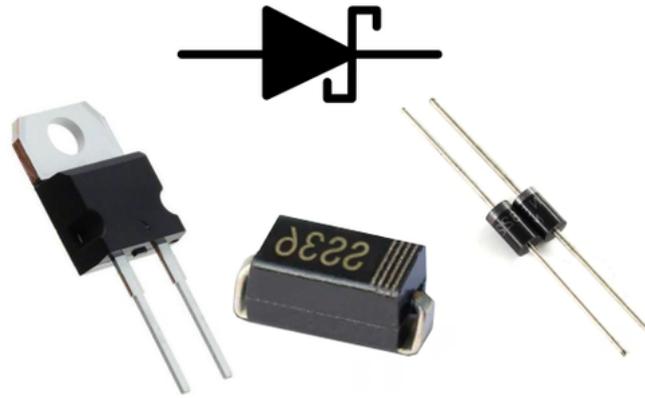
**Componentes activos:** requiere de un voltaje de polarización para funcionar, Los componentes semiconductores activos son dispositivos electrónicos que utilizan materiales semiconductores para amplificar señales eléctricas, controlar el flujo de corriente o realizar otras funciones activas en un circuito.

## Diodos, transistores, MOSFET, IGBT

### Diodos Semiconductores

Los diodos son dispositivos de dos terminales que permiten que la corriente fluya en una dirección. Se utilizan en rectificadores de corriente alterna, circuitos de protección y en otras aplicaciones para controlar el flujo de corriente.

Figura 4. Tipos de diodos



Fuente: elaboración propia

## Transistores

Los transistores son quizás los componentes activos más importantes en los elementos semiconductores. Hay varios tipos de transistores, como los transistores de unión bipolar (BJT) y los transistores de efecto de campo (FET). Estos dispositivos se utilizan para amplificar señales, conmutar corriente o voltaje y realizar otras funciones importantes en circuitos electrónicos.

Transistor de Unión Bipolar (BJT): en tarjetas electrónicas se ubica con la letra Q o T.

Tipos: NPN (transistor de dos cristales negativo y un cristal positivo), PNP (transistor de dos cristales positivo y un cristal negativo).

Funcionamiento: Controla la corriente entre el emisor y el colector mediante la corriente que fluye a través de la base.

Modos de funcionamiento: Puede operar en modo activo (amplificación), corte (sin conducción) y saturación (conducción completa).

### Identificación:

Los transistores bipolares se identifican comúnmente mediante una notación alfanumérica que indica sus características eléctricas y su disposición interna. Esta notación ayuda a los ingenieros y técnicos a seleccionar y utilizar los transistores adecuados para sus aplicaciones. Aquí hay una descripción general de la notación utilizada para identificar transistores bipolares:

### *Número de parte estándar:*

Los transistores bipolares suelen tener un número de parte estándar que consta de letras y números.

Por ejemplo, un número de parte típico es “2N3904”. En este caso, el prefijo “2N” indica que es un transistor, y “3904” es el número específico del dispositivo.

### *Prefijo del tipo de transistor:*

Los transistores bipolares pueden ser NPN o PNP. El prefijo “2N” generalmente indica un transistor NPN, mientras que “2S” indica un PNP. Otros prefijos también se utilizan en ciertos estándares o series.

### *Número específico:*

El número específico después del prefijo indica las características eléctricas y otros detalles del transistor. En el ejemplo “2N3904”, el “3904” es el número específico del transistor.

### *Sufijos opcionales:*

Algunos transistores también pueden tener sufijos que indican variantes o características especiales. Por ejemplo, un transistor podría tener un sufijo que indica una versión de alta potencia, velocidad rápida, etc.

Es importante tener en cuenta que la notación puede variar según el estándar o fabricante. Además, algunos fabricantes pueden utilizar números de parte completamente diferentes. Por lo tanto, es crucial consultar la hoja de datos del fabricante para obtener información detallada sobre las características eléctricas y el funcionamiento del transistor específico que estás utilizando.

**Transistor de Efecto de Campo (FET):** en tarjetas electrónicas se lo encuentra con la letra Q

**Tipos:** MOSFET (transistor de óxido de metal-semiconductor), JFET (transistor de unión de campo).

**Funcionamiento:** Controla la corriente entre el drenador y la fuente mediante un campo eléctrico aplicado en la compuerta.

**Modos de funcionamiento:** Puede operar en modo de corte (sin conducción) y saturación (conducción).

## **Identificación:**

Los transistores MOSFET también se identifican mediante una notación alfanumérica que proporciona información sobre sus características eléctricas y construcción. A continuación, se describen los elementos comunes que se encuentran en la notación de los MOSFET:

### *Prefijo del tipo de transistor:*

Al igual que con los transistores bipolares, los MOSFET también tienen un prefijo que indica el tipo de dispositivo. Por ejemplo, “IRF” o “IRL” podría indicar un MOSFET.

### *Número específico:*

Después del prefijo, se encuentra un número específico que identifica el transistor. Este número puede tener múltiples dígitos y generalmente proporciona información sobre las características eléctricas.

### *Letras adicionales:*

Pueden incluir letras adicionales o números que den información adicional sobre el MOSFET. Por ejemplo, “N” podría indicar un canal N (negativo), “P” un canal P (positivo), y otros sufijos pueden indicar características específicas del dispositivo.

### *Sufijos opcionales:*

Algunos MOSFET tienen sufijos que indican variantes o características especiales, como la velocidad de conmutación, la capacidad de corriente, etc.

Un ejemplo de un número de parte de MOSFET podría ser “IRF520”. En este caso, “IRF” es el prefijo del fabricante (en este caso, International Rectifier), y “520” es el número específico del transistor.

Tener en cuenta que la notación puede variar entre fabricantes, y algunos pueden tener sistemas de numeración completamente diferentes. Por lo tanto, siempre es importante consultar la hoja de datos proporcionada por el fabricante para obtener detalles específicos sobre las características eléctricas y el funcionamiento del MOSFET que estás utilizando.

## Transistor IGBT

Es de última generación, es la mezcla de bipolar con mosfet, se designa con letra Q.

Los transistores IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor, por sus siglas en inglés) son dispositivos semiconductores que combinan características de los transistores bipolares de unión (BJT) y los transistores de efecto de campo (FET). Estos dispositivos están diseñados para ofrecer la alta eficiencia de un transistor de efecto de campo y la capacidad de conmutación rápida de un transistor bipolar.

Aquí hay algunas características clave de los IGBT:

*Estructura híbrida:* Los IGBT combinan una compuerta de control similar a la de un FET con una estructura bipolar en el área de conmutación. Esto permite controlar grandes corrientes con tensiones de puerta relativamente bajas, lo que facilita su manejo.

*Alta capacidad de conmutación:* Los IGBT pueden conmutar rápidamente entre los estados de encendido y apagado, lo que los hace adecuados para aplicaciones de alta frecuencia y potencia.

*Amplificación de corriente y voltaje:* Al igual que los transistores bipolares, los IGBT tienen una ganancia de corriente significativa y pueden manejar tensiones elevadas. Esto los hace útiles en aplicaciones de potencia, como convertidores de energía, inversores, motores de corriente alterna, etc.

*Aplicaciones de potencia:* Los transistores IGBT son comúnmente utilizados en dispositivos de control de potencia y electrónica de potencia, donde se requiere la capacidad de manejar altas corrientes y tensiones. También se utilizan en sistemas de control de motores y fuentes de alimentación.

*Modulación por ancho de pulso (PWM):* Los IGBT son a menudo utilizados en conjunto con técnicas de modulación por ancho de pulso para controlar la cantidad de energía que se entrega a un dispositivo, lo que permite un control preciso de la velocidad del motor, la salida de potencia, entre otras aplicaciones.

Debido a su capacidad para manejar altas corrientes y tensiones, los transistores IGBT son esenciales en aplicaciones de potencia industrial y sistemas de control de motores, donde se requiere un control preciso y eficiente de la energía eléctrica.

### Identificación:

Al igual que con otros dispositivos semiconductores, los transistores también se

identifican mediante una notación alfanumérica que proporciona información sobre sus características eléctricas y construcción. Aquí hay algunos elementos comunes en la notación de los IGBT:

*Prefijo del fabricante o familia:*

Algunos IGBT llevan un prefijo que indica el fabricante o una familia específica de dispositivos. Por ejemplo, “IR” podría ser el prefijo para International Rectifier (ahora parte de Infineon), y “FGH” podría ser el prefijo para la familia Fairchild Semiconductor IGBT.

*Número específico:*

Después del prefijo, se encuentra un número específico que identifica el IGBT. Este número puede tener varios dígitos y generalmente proporciona información sobre las características eléctricas.

*Letras adicionales o números:*

Pueden incluir letras adicionales o números que den información adicional sobre el IGBT. Por ejemplo, algunos IGBT indican el voltaje nominal, la corriente máxima, la velocidad de conmutación, entre otras características.

*Sufijos opcionales:*

Al igual que con otros dispositivos semiconductores, algunos IGBT tienen sufijos que indican variantes o características especiales.

Un ejemplo de número de parte de IGBT podría ser “IRG4PH50UD.” En este caso, “IR” es el prefijo del fabricante (International Rectifier), “G4” podría indicar una familia específica de IGBT, “PH” podría referirse a ciertas características, y “50UD” podría indicar el voltaje y la corriente nominales.

La notación puede variar entre fabricantes y diferentes series de dispositivos IGBT. Siempre es importante revisar la hoja de datos proporcionada por el fabricante para obtener detalles específicos sobre las características eléctricas y el funcionamiento del IGBT que estás utilizando.



## **Capítulo 2**

Ingeniería de Semiconductores

## Resistencias

Es un componente electrónico que se utiliza para introducir en un circuito una cantidad específica de resistencia con el objeto de producir una caída de tensión o limitar un paso de corriente.

Existen resistencias

### Tipos Según Su Montaje

**1. Axiales.** Con terminales a los lados, la tarjeta electrónica tiene perforación, los terminales de la resistencia pasan de un lado a otro de la tarjeta, en las tarjetas electrónicas se designa con la palabra R y el número de componente.

Figura 5. Resistencias axiales



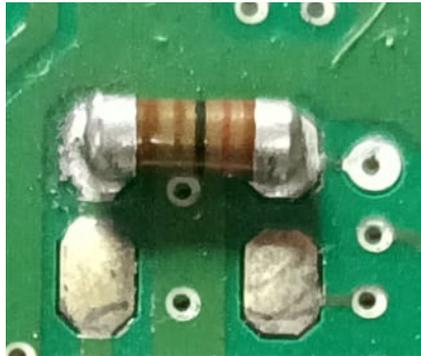
Fuente: elaboración propia

**2. SMD.** Surface mount device (montaje superficial), Las resistencias SMD son componentes que consumen corriente para transformar energía eléctrica en energía calorífica.

En Circuitos electrónicos se utilizan para regular el flujo de electrones y definir tensiones.

**2.1 SMD de casquillo.** Son redondas, están soldadas sobre la tarjeta electrónica.

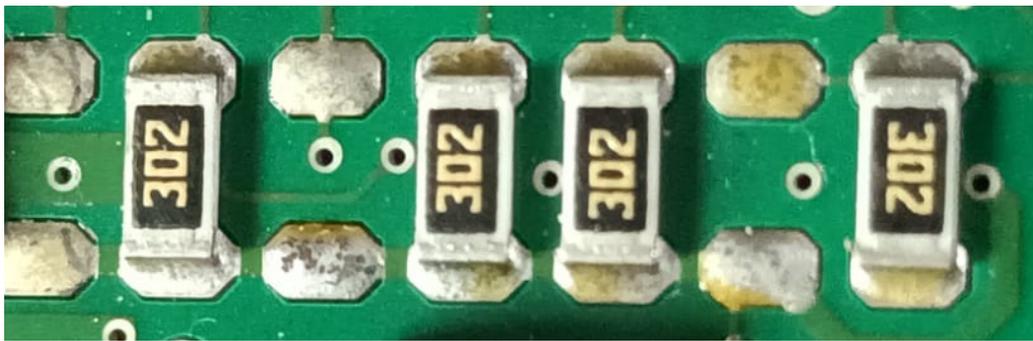
Figura 6. Resistencia SMD de casquillo



Fuente: elaboración propia

## 2.2 SMD planas. Vienen con números.

Figura 7. Resistencia SMD plana

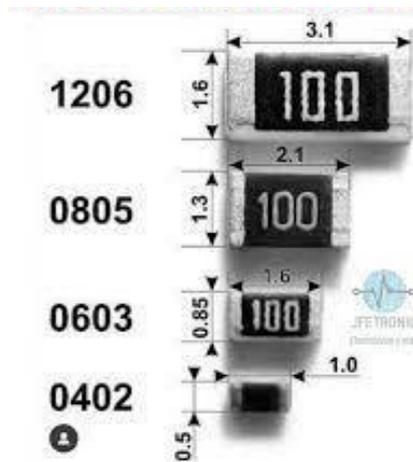


Fuente: elaboración propia

### Tamaño de la resistencia SMD

La numeración de la columna izquierda (1206, 0805, etc.) es el código del empaque el cual define el tamaño de la resistencia, además en caso de diseño el código de empaque sirva para cargar el componente desde el software.

Figura 8. Tamaños de la resistencia SMD



Fuente: SHOPTRONICA

### Resistencia SMD con valor 0 $\Omega$ y de precisión.

A propósito, de las resistencias con valor de cero ohmios se debe tener en cuenta que estas resistencias se las conoce como resistencia fusible.

Las resistencias fusibles SMD son componentes electrónicos diseñados para funcionar como resistencias en un circuito, pero con la capacidad adicional de actuar como fusibles en caso de que se produzca una corriente excesiva. Estas resistencias son parte de la categoría de componentes electrónicos de montaje superficial, lo que significa que se sueldan directamente sobre la superficie de una placa de circuito impreso (PCB).

La característica principal de las resistencias fusibles SMD es que están diseñadas para romperse eléctricamente en caso de que la corriente que las atraviesa supere un cierto umbral. Este comportamiento fusible ayuda a proteger otros componentes del circuito y la PCB en caso de fallas eléctricas o cortocircuitos.

Estas resistencias suelen tener una construcción especial que incorpora un material fusible o una capa específica que se funde cuando se alcanza una corriente elevada. Cuando esto sucede, la resistencia se interrumpe y actúa como un fusible, cortando la corriente y protegiendo el circuito contra daños mayores.

Por otro lado, las resistencias SMD de 4 dígitos son catalogadas como resistencias de alta precisión.

Las resistencias SMD de alta precisión son componentes electrónicos diseñados para proporcionar valores de resistencia extremadamente precisos en aplicaciones donde la precisión es crítica. Algunas características de las resistencias SMD de alta precisión incluyen:

**Tolerancia precisa:** Estas resistencias suelen tener una baja tolerancia, lo que significa que el valor de resistencia real se desvía muy poco del valor nominal especificado. Las tolerancias comunes para resistencias de alta precisión pueden ser del orden del 1% o incluso menos.

**Coefficiente de temperatura bajo (TCR):** El coeficiente de temperatura indica cómo cambia la resistencia con la temperatura. Las resistencias de alta precisión suelen tener un bajo coeficiente de temperatura, lo que significa que la variación en la resistencia debido a cambios de temperatura es mínima.

**Estabilidad a largo plazo:** Las resistencias de alta precisión a menudo están diseñadas para mantener su valor nominal con el tiempo, proporcionando una estabilidad a largo plazo en comparación con resistencias estándar.

**Baja deriva:** La deriva se refiere a cambios graduales en el valor de la resistencia con el tiempo o con las condiciones ambientales. Las resistencias de alta precisión están diseñadas para tener una baja deriva.

**Calidad de construcción:** Estas resistencias suelen estar fabricadas con materiales de alta calidad y procesos de fabricación precisos para garantizar la consistencia y la confiabilidad en sus especificaciones.

Figura 9. Lectura de la resistencia SMD



Fuente: SHOPTRONICA

## Tipos según su composición física.

**1. Carbón.** Son brillantes, una de sus deficiencias es que se altera su valor por efecto de la temperatura, al momento de realizar el desoldado asegurarse de no dar excesiva temperatura y para re – soldar usar cintas térmicas para disipar el calor, su valor viene en código de colores.

Figura 10. Resistencia de carbón



Fuente: elaboración propia

**2. Óxido Metálico.** Son opacas, soportan más temperatura que las resistencias de carbón. Tiene su valor representado en número.

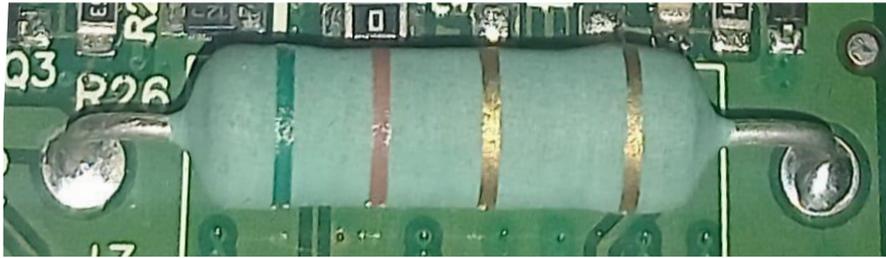
Figura 11. Resistencia de óxido metálico



Fuente: elaboración propia

También hay resistencias de carbón con código de colores, pero lo más común es que venga marcado el valor óhmico en números.

Figura 12. Resistencia de óxido metálico



Fuente: elaboración propia

**3. Cerámicas.** Son blancas, soportan altas temperaturas porque son de alto wattage.

Su valor viene en número.

Figura 13. Resistencia cerámica a 5 watt



Fuente: elaboración propia

### ***Valor de resistencia***

Es el valor óhmico nominal que el fabricante indica en la misma resistencia por medio de códigos en franjas de colores o códigos alfanuméricos.

### ***Tolerancia***

Es la variación permisible alrededor del valor nominal de resistencia que se indica desde su fabricación, también al igual que el valor nominal de resistencia esta característica viene indicada por medio de códigos y se lee en porcentaje anteponiendo el signo  $\pm$ .

### ***Potencia***

Esta es la potencia que puede disipar la resistencia a una temperatura ambiente al interior del artefacto, magnitud que viene siempre indicada por el fabricante generalmente a 70 °C. Para obtener una buena fiabilidad y estabilidad del montaje se recomienda no

pasar jamás del 50 % de su potencia nominal para las resistencias de precisión y del 70% para las resistencias de uso corriente.

*Ejemplos de resistencias por código de colores y montaje superficial*

Instale en su celular el software ELECTRODOC, con el cual será fácil introducir el código de colores y obtener el valor óhmico y su respectiva tolerancia.

Figura 14. Código de colores de las resistencias.



Fuente: electrodoc

Figura 15. Código de colores de las resistencias



Fuente: electrodoc

### SMD 3 Dígitos.

En resistencia de 3 dígitos

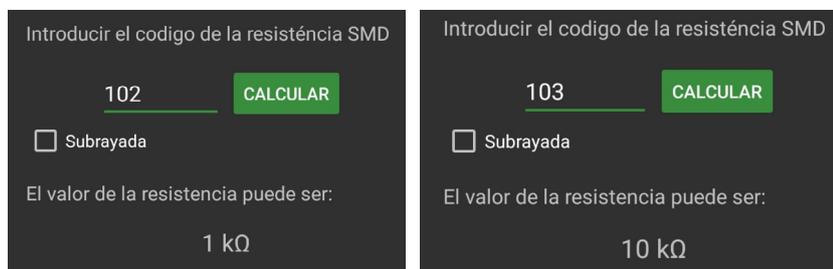
1er dígito es valor

2do dígito es valor

3er dígito es número de ceros

En esta resistencia el valor de tolerancia es del 5%

Figura 16. Resistencias SMD de 3 dígitos



Fuente: electrodoc

### SMD 4 Dígitos

1er dígito valor

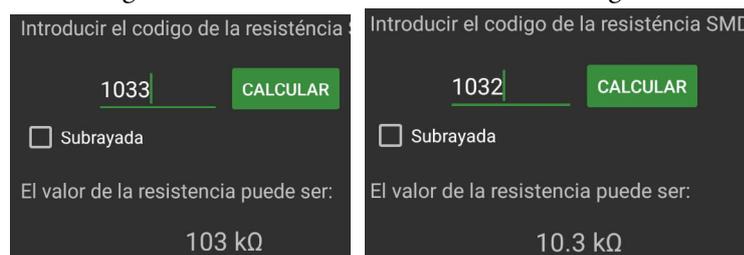
2do dígito valor

3er dígito valor

4to dígito número de ceros

En esta resistencia el valor de tolerancia es 1%, son resistencias de alta precisión.

Figura 17. Valor de resistencias SMD de 4 dígitos



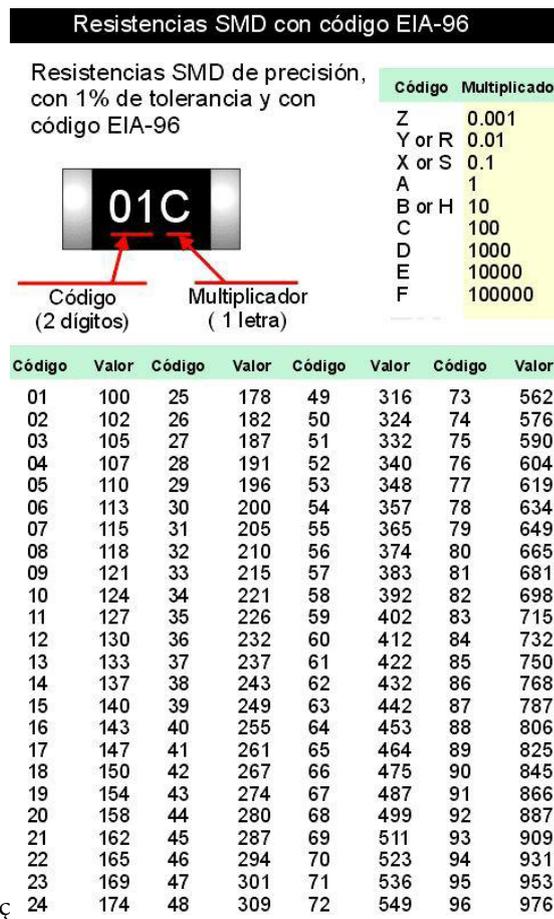
Fuente: electrodoc

### SMD 3 Dígitos Especial.

En la parte automotriz se está usando resistencias con valores que no vienen ni en 3 ni en 4 dígitos, estas resistencias están bajo la norma EIA96 (Electronic Industries Alliance), principalmente lo usa la marca Chrysler.

El código no expresa el valor de resistencia, el código sirve para buscar en tablas y ahí se puede saber el valor de resistencia real.

Figura 18. Valor de resistencias SMD – EIA 96



Fuente: SHOPTRONICA

### Diagnóstico de Resistencias

Se va a usar un tester para elementos SMD y componentes pequeños, el equipo tiene la capacidad de ser auto rango y además es un equipo diseñado especialmente para diagnóstico de semiconductores electrónicos

Figura 19. Tester de elementos SMD



Fuente: elaboración propia

Aquí algunos ejemplos de medición con el componente externo y también montado sobre la tarjeta electrónica.

### Medición de resistencia 101 SMD, sobre la tarjeta electrónica

Figura 20. Resistencia de carbón



Fuente: elaboración propia

## Medición de resistencia 100 SMD, desmontada de la tarjeta

Figura 21. Medición resistencia SMD desmontada



Fuente: elaboración propia

## Medición de resistencia de óxido metálico de 470 ohm

Figura 22. Resistencia de carbón



Fuente: elaboración propia



## **Capítulo 3**

# Capacitores

Es un elemento que almacena carga eléctrica, almacena voltaje y corriente. La unidad de medida de los capacitores es el faradio, este es una medida extremadamente grande, estas unidades se usan principalmente en audio car, su tamaño es como una botella tipo botella.

Los capacitores usados en las tarjetas electrónicas se miden en microfaradio uF, nano faradio nF y pico faradio pF.

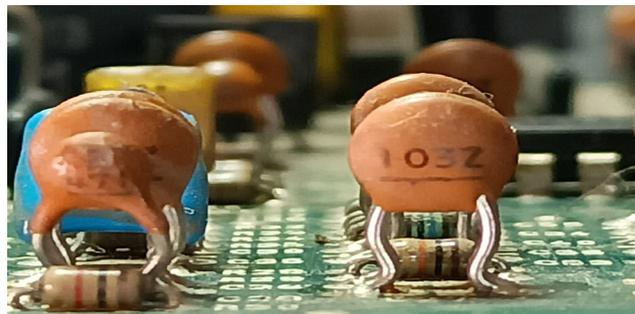
Los capacitores se diferencian por el material con el cual se fabrican.

### Capacitores de Cerámica

Los capacitores de cerámica de montaje axial parecen una lenteja, si son de color amarillo son de bajo voltaje hasta 500v, si son de color azul son HV, de alto voltaje por encima de los 500v.

También los hay de montaje superficial y son de color café claro.

Figura 23. Capacitores cerámicos



Fuente: elaboración propia

Los capacitores cerámicos se identifican mediante una notación alfanumérica que indica sus características eléctricas y de construcción. Aquí hay algunos elementos comunes en la notación de los capacitores cerámicos:

#### *Valor de la capacitancia:*

La capacitancia se indica mediante un número seguido de letras que representan las unidades de medida. Por ejemplo, “104” indica  $10 * 10^4$  picofaradios (pF) o 0,1 microfaradios ( $\mu$ F).

## Código de valores para Capacitores cerámicos

En algunos casos el valor esta dado por tres números...

**1º** dígito = 1º número de capacidad.

**2º** dígito = 2º número de la capacidad.

**3º** número = multiplicador (número de ceros)

Tolerancia:

La tolerancia del capacitor indica la variación permitida en el valor nominal. La tolerancia se expresa como un porcentaje y se representa por una letra. Por ejemplo, “J” puede indicar una tolerancia del 5%, “K” del 10%, etc.

Tensión nominal:

El voltaje nominal, que es la máxima tensión que el capacitor puede manejar de manera segura, se indica mediante un número. Por ejemplo, “25” podría indicar un voltaje nominal de 25 voltios.

Tipo de dieléctrico:

A veces, el tipo de dieléctrico utilizado en el condensador cerámico se indica mediante letras o códigos. Por ejemplo, “X7R” o “Y5V” son códigos que representan diferentes tipos de dieléctricos cerámicos con diferentes características de temperatura y estabilidad.

Número de serie o fabricante:

Algunos condensadores pueden llevar un número de serie o información del fabricante para facilitar la identificación.

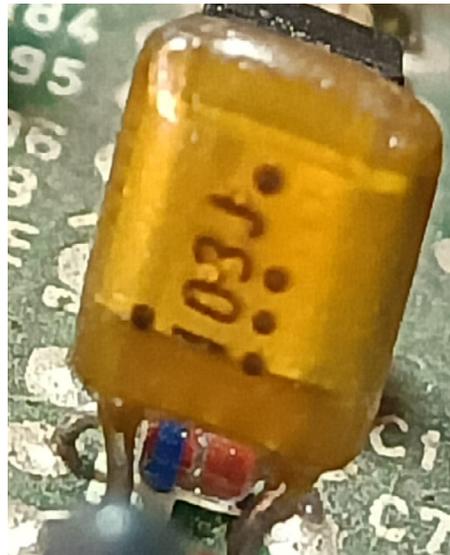
Un ejemplo de número de parte de un condensador cerámico podría ser “104K25”. En este caso, “104” indica 100.000 pF o 0,1 µF, “K” puede representar una tolerancia del 10% y “25” indica un voltaje nominal de 25 voltios.

La notación puede variar entre fabricantes, y algunos pueden utilizar sistemas de numeración ligeramente diferentes. Por lo tanto, siempre es importante revisar la hoja de datos proporcionada por el fabricante para obtener detalles específicos sobre las características del capacitor cerámico que está utilizando.

## Capacitores de poliéster

Suelen ser de diversos colores, naranjas, verdes, normalmente rectangulares, a veces un poco redondos o totalmente cuadrados. Solo existen de tipo axial.

Figura 24. Capacitor poliéster



Fuente: elaboración propia

Los capacitores de poliéster suelen tener su valor capacitivo identificado mediante códigos de colores, números o letras impresos en su cuerpo. Aquí hay algunas maneras comunes de identificar el valor capacitivo en capacitores de poliéster:

1. Código de colores: Algunos capacitores de poliéster utilizan un código de colores similar al utilizado en resistencias. Por ejemplo, cuatro bandas de colores en el cuerpo del capacitor, donde cada banda representa un número o un valor, de acuerdo con un código específico. Puedes encontrar tablas de códigos de colores específicos para capacitores para decodificar el valor.
2. Números impresos: En algunos casos, el valor capacitivo puede estar representado directamente por números impresos en el cuerpo del capacitor. Por ejemplo, un número seguido de la unidad de medida de la capacitancia, como microfaradios ( $\mu\text{F}$ ) o picofaradios (pF).
3. Letras y números: En lugar de colores, algunos capacitores de poliéster tienen letras y números impresos. Estos códigos también pueden indicar el valor capacitivo y, en algunos casos, la tolerancia.
4. Notación alfabética: Algunos capacitores utilizan códigos alfabéticos para indicar el valor capacitivo. Por ejemplo, “47n” podría significar 47 nanofaradios.

5. Es importante tener en cuenta la unidad de medida asociada al valor capacitivo. Los valores típicos de capacitancia para capacitores de poliéster pueden estar en el rango de picofaradios (pF) a microfaradios ( $\mu\text{F}$ ). Si no puedes identificar el valor capacitivo de un capacitor, puedes intentar buscar información en la hoja de datos del fabricante o utilizar herramientas de medición como un multímetro capacitivo.

## Capacitor electrolítico

Son los capacitores cilíndricos, tienen polaridad, son de alto valor farádico, normalmente son de montaje axial, hubo muy pocos de montaje superficial, pero se dejaron de usar por que apareció el capacitor de tantalio.

Figura 25. Capacitor electrolítico



Fuente: elaboración propia

## Capacitor de tantalio

El capacitor de tantalio tiene forma de gota, tiene polaridad y nos va a marcar el signo +.

Figura 26. Capacitor de tantalio



Fuente: elaboración propia

## Capacitores SMD C ericos

La mayoría de los capacitores que son usados y fabricados en **SMD** son los **cer amicos**. Normalmente pueden encontrarse **encapsulados** similares a los resistores.

- **1812** – 4.6 mm x 3.0 mm
- **1206** – 3.0 mm x 1.5 mm
- **0805** – 2.0 mm x 1.3 mm
- **0603** – 1.5 mm x 0.8 mm
- **0402** – 1.0 mm x 0.5 mm

Los **capacitores SMD** consisten en un bloque rectangular de cer amica diel etrica en el cual se intercalan una serie de electrodos de metales preciosos. Esta estructura permite obtener altos valores de capacitancia por unidad de volumen, los electrodos internos se encuentran conectados a los terminales laterales.

***Manufactura:*** El material crudo diel etrico es finamente molido y cuidadosamente mezclado. Luego es calentado a temperatura entre los 1100 y 1300  C para alcanzar la composición química requerida. La masa resultante se vuelve a moler y se agregan materiales adicionales para alcanzar las propiedades eléctricas necesarias.

La siguiente etapa del proceso consiste en mezclar el material finamente molido con un aditivo solvente y vinculante, esto permite obtener hojas finas mediante laminado.

## Capacitor SMD Tantalio

Figura 27. Capacitor SMD de tantalio



Fuente: elaboración propia

Los **capacitores de tantalio** son ampliamente usados para proveer valores de capacitancia mayores a aquellos que pueden obtener en los capacitores cer amicos. Como resultado de diferentes formas de construcción y requerimientos los **encapsulados** son distintos. Los siguientes vienen especificados en las normas de la EIA

- **Tamaño A** 3.2 mm x 1.6 mm x 1.6 mm (EIA 3216-18)
- **Tamaño B** 3.5 mm x 2.8 mm x 1.9 mm (EIA 3528-21)
- **Tamaño C** 6.0 mm x 3.2 mm x 2.2 mm (EIA 6032-28)
- **Tamaño D** 7.3 mm x 4.3 mm x 2.4 mm (EIA 7343-31)
- **Tamaño E** 7.3 mm x 4.3 mm x 4.1 mm (EIA 7343-43)

## Capacitores Electrolíticos SMD

Los **capacitores electrolíticos** son cada vez más usados en los diseños SMD. Sus muy altos valores de capacitancia combinado con su bajo costo los hace particularmente útiles en diferentes áreas.

Figura 28. Capacitor electrolítico SMD



Fuente: elaboración propia

A menudo tienen en su parte superior marcado el **valor de capacidad y tensión de trabajo**.

Se usan dos métodos básicos, uno consiste en incluir su valor de capacidad en microfaradios (mF), y el otro emplea un código. Si estamos en presencia del primer método un código de  $33\ 6V$  indicaría un capacitor de 33  $\mu F$  con una tensión de trabajo de 6 voltios.

El sistema de codificación alternativo emplea letras seguidos de tres dígitos, la letra indica el nivel de tensión como se encuentra definido en la siguiente tabla, los dígitos expresan el valor de capacidad en picofaradios, al igual que en el resto de los sistemas de codificación con dígitos, los dos primeros números dan las cifras significativas y el tercero es el multiplicador. Por Ej: G106 nos indica que el capacitor trabaja a 4 voltios y su capacidad es de 10nF ( $10 \times 10^6$  picofaradios).

Tabla 2. Codificación de tensión con letra

LETRA	TENSION
e	2,5
G	4
J	6.3
A	10
C	16
D	20
E	25
V	35
H	50

Fuente: elaboración propia

Aquí algunos ejemplos de medición de capacitores.

### 1. Capacitor SMD.

Figura 29. Medición de capacitor SMD



Fuente: Realizado por el autor

### 2. Capacitor cerámico 104

Figura 30. Medición de capacitos cerámico



Fuente: elaboración propia

### 3. Capacitor electrolítico de 100uF

Figura 31. Medición de capacitor electrolítico



Fuente: elaboración propia

### 4. Capacitor SMD sobre placa electrónica

Figura 32. Medición de capacitor SMD sobre placa



Fuente: elaboración propia



# Capítulo 4

## El Diodo

## Funcionamiento básico:

Los diodos están compuestos principalmente por materiales semiconductores, como silicio o germanio. La estructura básica de un diodo consiste en una región tipo p (positiva) y una región tipo n (negativa), creando una unión p-n. Esta unión es esencial para su funcionamiento.

### *Polarización directa e inversa:*

Cuando se aplica un voltaje positivo en la región p y un voltaje negativo en la región n (polarización directa), el diodo permite el flujo de corriente.

En polarización inversa (voltaje positivo en la región n y negativo en la región p), el diodo bloquea el flujo de corriente.

### *Tipos comunes de diodos:*

**Diodo rectificador:** Se utiliza para convertir corriente alterna (CA) en corriente continua (CC).

**Diodo emisor de luz (LED):** Emite luz cuando está polarizado directamente.

**Diodo Schottky:** Tiene una caída de voltaje más baja que un diodo rectificador estándar.

**Diodo Zener:** Diseñado para operar en inversa en su región de ruptura y se utiliza como regulador de voltaje.

**Diodo de avalancha:** Similar al Zener, pero opera en una región de ruptura por avalancha.

### *Aplicaciones:*

Los diodos se utilizan en fuentes de alimentación, rectificadores, circuitos de protección, modulación de señales, radios, televisores, láseres, entre otros dispositivos y aplicaciones electrónicas.

Los diodos son componentes esenciales en la electrónica, desempeñando un papel fundamental en la rectificación de corriente, la regulación de voltaje y muchas otras funciones dentro de los circuitos eléctricos y electrónicos. Es la base para el estudio de los componentes activos. Necesita voltaje para trabajar.

Un diodo es un dispositivo electrónico que permite el flujo de corriente eléctrica en una dirección mientras que bloquea el flujo en la dirección opuesta. En otras palabras, un diodo actúa como una válvula unidireccional para el flujo de corriente eléctrica. Está construido con materiales semiconductores, comúnmente silicio o germanio.

Los diodos tienen dos terminales: el ánodo, que es la terminal positiva, y el cátodo, que es la terminal negativa. La corriente eléctrica puede fluir desde el ánodo hacia el cátodo, pero se bloquea en la dirección opuesta.

El diodo tiene dos tipos de polarización directa e inversa, un diodo debe recibir voltaje para funcionar, a esto se le llama polarización,

### *1. Tipo de diodo por su montaje.*

#### 1.1. Diodos axiales

Figura 33. Diodos axiales



Fuente: elaboración propia

#### 1.2. Diodos SMD

Figura 34. Diodo SMD

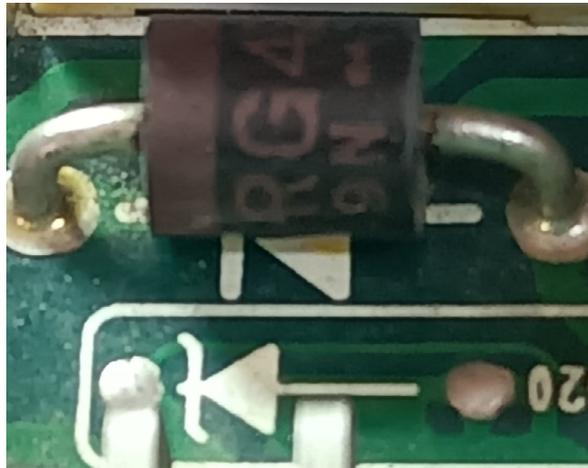


Fuente: elaboración propia

## Tipo de diodo por su encapsulado.

### Encapsulado plástico, DO-41

Figura 35. Diodo con encapsulado plástico



Fuente: elaboración propia

### Diodos Zener.

Encapsulado de cristal, DO-35, En las ecus encontramos diodos de cristal o silicio, pueden ser de color azul o rojo, son diodos de señal de baja potencia. Entre estos diodos está el diodo **ZENER**.

El diodo Zener en directa marca 600 mV – 800 mV

El VRP (voltaje de pico inverso) del diodo Zener es muy bajo: 2.7v, 3.3v, 3.6v, 3.9, 4.7v, 5.1v, 5.8v, 6.2v, 6.8v, 7.5v, 8.2v, 9.1v, 10v, 12v, 15v, 18v, 22v, 27v, 33v, 36v, 39v, 75v, 100v.

Si es diodo Zener nos da voltaje en directa por encima de 600 mV.

Si a un diodo Zener se le aplica una corriente eléctrica de Ánodo al Cátodo toma las características de un diodo rectificador básico. Pero si se le suministra una corriente inversa, el diodo solo dejará pasar un voltaje constante. En conclusión: el diodo Zener debe ser polarizado al revés para que adopte su característica de regulador de tensión y su símbolo es como un diodo normal, pero tiene 2 terminales a los lados. Este diodo no se comporta como un diodo convencional en condiciones de alta corriente, porque cuando recibe demasiada corriente este no se quema, sino que se apaga.

Un **diodo Zener**, es un diodo de silicio que se ha construido para que funcione en las zonas de rupturas. Llamados a veces diodos de avalancha o de ruptura, el diodo Zener es la parte esencial de los reguladores de tensión casi constantes con independencia de que se presenten grandes variaciones de la tensión de red, de la resistencia de carga y temperatura.

Figura 36. Diodo con encapsulado de cristal

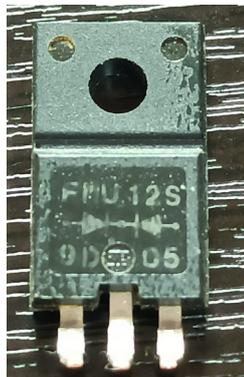


Fuente: elaboración propia

## Diodo dual

Encapsulado plástico de potencia, TO-220AB, tiene disipador de calor, el orificio que presenta el encapsulado del diodo dual, sirve para colocar un perno de anclaje a un disipador de aluminio, por el cual se disipará el exceso de energía.

Figura 37. Diodo con encapsulado de cristal



Fuente: elaboración propia

En la siguiente imagen vamos a ver un diodo dual de alta potencia de montaje superficial o SMD.

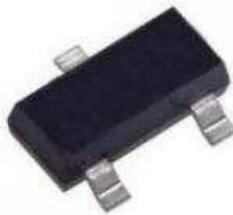
Figura 38. Diodo dual SMD de alta potencia



Fuente: elaboración propia

### Diodos duales SMD, TO-220AB.

Figura 39. Diodo dual SMD de baja potencia



Fuente: elaboración propia

En un diodo dual, los dos diodos deben tener el mismo valor VRP, la diferencia máxima debe ser 5v, si hay una diferencia muy grande se debe cambiar el componente.

#### *Pruebas:*

##### 1.- Polarización directa.

La polarización directa de un diodo es una configuración en la que se aplica una tensión positiva en el ánodo (terminal P) y una tensión negativa en el cátodo (terminal N) de un diodo semiconductor. Esta configuración permite que el diodo conduzca corriente eléctrica de manera eficiente.

Cuando un diodo está polarizado directamente:

Tensión Directa (Forward Voltage): La tensión aplicada a través del diodo supera su tensión umbral de polarización directa. Esta tensión mínima necesaria para que el diodo comience a conducir corriente se conoce como tensión directa o voltaje de polarización

directa. En diodos de silicio, esta tensión suele ser alrededor de 0.6 a 0.7 voltios, mientras que en diodos de germanio es aproximadamente 0.2 a 0.3 voltios.

**Corriente de Forward:** Con la tensión directa aplicada, los portadores de carga (electrones y huecos) son atraídos hacia la unión PN, donde se recombinan. Esto permite que se establezca una corriente eléctrica a través del diodo en la dirección de la polarización directa.

**Conducción:** El diodo polarizado directamente se comporta como un interruptor cerrado para la corriente eléctrica. Esencialmente, la unión PN del diodo se polariza de tal manera que se reduce la barrera de potencial, permitiendo que los portadores de carga fluyan a través del diodo con facilidad.

En resumen, la polarización directa de un diodo permite que conduzca corriente eléctrica en la dirección establecida por la aplicación de la tensión externa. Este principio es fundamental para el funcionamiento de una variedad de circuitos electrónicos, como rectificadores de corriente alterna, reguladores de voltaje y circuitos de protección.

Cuando se usa el multímetro para probar diodos, el multímetro entrega voltaje y con este voltaje se prueba al diodo. Los diodos deben marcar 0.6 v Teórico, los rangos de trabajo práctico son: 0.400 – 0.500 – 0.600–0.700 – 0.800 voltios

El multímetro solo marca en polarización en directa.

### **Polarización inversa**

La polarización inversa de un diodo ocurre cuando se aplica una tensión negativa en el ánodo (terminal P) y una tensión positiva en el cátodo (terminal N) de un diodo semiconductor. En esta configuración, el diodo no conduce corriente significativa y actúa como un interruptor abierto para la mayoría de las aplicaciones.

Para ello se necesita una fuente de alta tensión ya que los diodos pueden tener un voltaje de inversa hasta 1000 v. En el final de este libro usted encontrará el diseño para fabricación de una fuente hasta 300v, para realizar pruebas de medición en inversa.

El diodo en inversa debe tener un valor de voltaje mínimo 40 v hasta unos 1000 v; cuando el diodo en inversa mide de 100 v o más, la medición en directa es: 0.400 v hasta 0.800 v; cuando el diodo en inversa mide de 40 v a 90 v, la medición en directa es 0.100 v – 0.200 v.

## Voltaje de pico inverso (VRP)

El voltaje de pico inverso, también conocido como voltaje de ruptura inversa o tensión de ruptura inversa, es la máxima cantidad de voltaje que puede aplicarse a través de un diodo en polarización inversa sin causar una ruptura dieléctrica en la unión PN del diodo.

Cuando se aplica una polarización inversa a un diodo, se crea una barrera de potencial en la unión PN que inhibe el flujo de corriente a través del diodo. A medida que aumenta el voltaje inverso aplicado, esta barrera de potencial se incrementa, lo que dificulta aún más el flujo de corriente. Sin embargo, si se aplica suficiente voltaje inverso, eventualmente se alcanza un punto en el que la barrera de potencial se rompe y la corriente comienza a fluir a través del diodo.

El voltaje de pico inverso es el voltaje máximo que puede aplicarse al diodo en polarización inversa antes de que ocurra esta ruptura. Este voltaje varía según el tipo de diodo y su construcción. Por ejemplo, los diodos rectificadores de propósito general generalmente tienen voltajes de ruptura inversa en el rango de 50 a 1000 voltios, mientras que los diodos Zener, que están diseñados específicamente para operar en la región de ruptura inversa, pueden tener voltajes de ruptura inversa precisos y controlados.

Es importante tener en cuenta el voltaje de pico inverso al diseñar circuitos que involucren diodos, ya que exceder este voltaje puede dañar el diodo y afectar el funcionamiento del circuito. En la mayoría de los casos, se utilizan diodos con voltajes de ruptura inversa que son considerablemente más altos que los voltajes esperados en el circuito para proporcionar un margen de seguridad adecuado.

Tabla 3. Voltaje de pico inverso en diodos

	1N4001	1N4002	1N4003	1N4004	1N4005	1N4006	1N4007	UNITS
Maximum Recurrent Peak Reverse Voltage	50	100	200	400	600	800	1000	V
Maximum RMS Voltage	35	75	140	280	420	560	700	V
Maximum DC Blocking Voltage	50	100	200	400	600	800	1000	V
Maximum Average Forward Rectified Current .375"(9.5mm) Lead Length at T <sub>A</sub> =75 °C	1.0							A

Fuente: datasheet.

El voltaje de pico inverso puede ser el dato técnico más importante de un diodo para temas de diagnóstico electrónico, en la imagen anterior podemos observar voltajes de pico inverso desde 50v para el diodo 1N4001, hasta 1000v para el diodo 1N4007. Cuando a estos diodos se mide en directa, ambos van a estar cercanos a los 600 mV, pero cuando se mide en voltaje de pico inverso vamos a observar la diferencia entre los diodos.

***El diodo se reemplaza por su voltaje en inversa.***

Al voltaje en inversa se le conoce como voltaje VRP, (voltaje reverse peak: voltaje de pico inverso), para temas de diagnóstico se debe buscar el voltaje VRP.

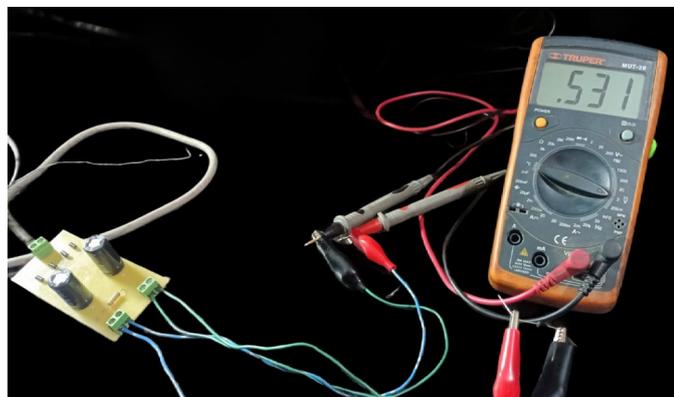
El voltaje VRP mínimo es de 30V.

Aquí algunos ejemplos de mediciones

## Diodo 1N4007

### En directa

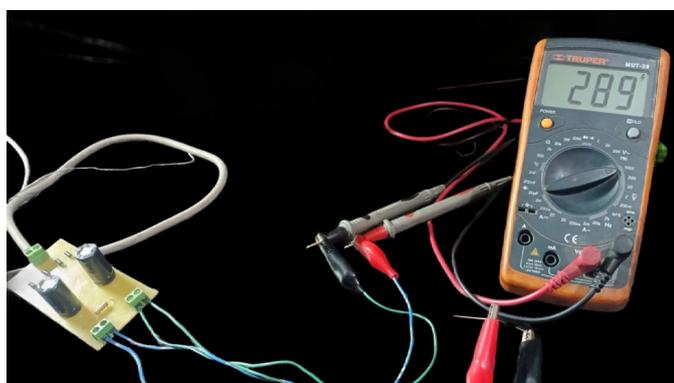
Figura 41. medición de diodo 1N4007 en directa



Fuente: elaboración propia

### En inversa

Figura 42. Medición de diodo 1N4007 en inversa.



Fuente: elaboración propia

El datasheet dice que el voltaje del diodo 1N4007 en inversa es 1000 v, en la imagen nos muestra un voltaje de 289 v, que es el voltaje máximo que genera la fuente, si tuviéramos una fuente de más de 1000v obtendríamos el valor VRP de diseño.

## Diodo Zener 1N4148

En directa.

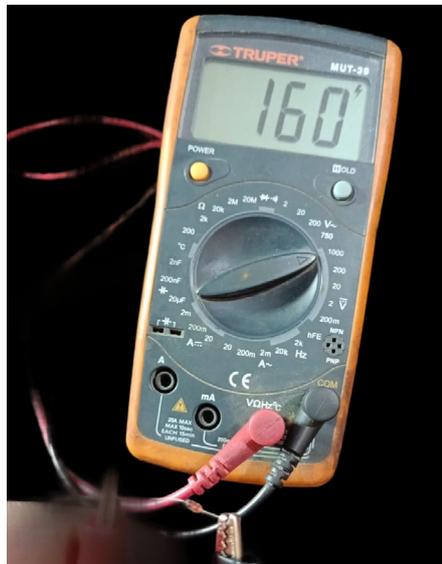
Figura 43. Medición de diodo 1N4148 en directa



Fuente: elaboración propia

En inversa.

Figura 44. Medición de diodo 1N4148 en inversa



Fuente: elaboración propia

El datasheet de este diodo 1N4148, nos informa que es un diodo con VRP de 75V, el diodo del ejemplo nos marca un voltaje mayor con lo cual se deduce que el diodo se encuentra en buen estado.

## Diodo SMD

### En directa.

Figura 45. Medición de diodo SMD en directa



Fuente: elaboración propia

### En inversa.

Figura 46. Medición de diodo SMD en inversa



Fuente: elaboración propia

### Pasos para el diagnóstico.

1. Retirar el diodo.
2. Medir en directa con multímetro.
3. Aplicar la fuente de 300v, medir en directa y en inversa.

Voltajes de reemplazo del diodo

1. Voltaje VRP
2. Corriente de conducción  $I_f$

## DIODO ZENER

Buscar la tabla de valores del diodo Zener.

Tabla 4. Valores de diodos zener.

0,5W	1W	5W
1N746 – 3V3	1N4728 – 3V3	1N5333 – 3V3
1N747 – 3V6	1N4729 – 3V6	1N5334 – 3V6
1N748 – 3V9	1N4730 – 3V9	1N5335 – 3V9
1N749 – 4V3	1N4731 – 4V3	1N5336 – 4V3
1N750 – 4V7	1N4732 – 4V7	1N5337 – 4V7
1N751 – 5V1	1N4733 – 5V1	1N5338 – 5V1
1N752 – 5V6	1N4734 – 5V6	1N5339 – 5V6
1N753 – 6V2	1N4735 – 6V2	1N5340 – 6V0
1N754 – 6V8	1N4736 – 6V8	1N5341 – 6V2
1N755 – 7V5	1N4737 – 7V5	1N5342 – 6V8
1N756 – 8V2	1N4738 – 8V2	1N5343 – 7V5
1N757 – 9V1	1N4739 – 9V1	1N5344 – 8V2
1N758 – 10V	1N4740 – 10V	1N5345 – 9V7

Fuente: datasheet

Un diodo Zener tiene valores determinados y no pueden variar excesivamente, en diodos rectificadores que sea superior al valor VRP no hay problema, pero en Zener es mayor exactitud.

- En Zener hasta 12v la tolerancia máxima es 0.3v.
- En Zener de 13v hasta 30v la tolerancia es 2v.
- En Zener de 31v hasta 100v la tolerancia es 5v.



# Capítulo 5

## Transistores

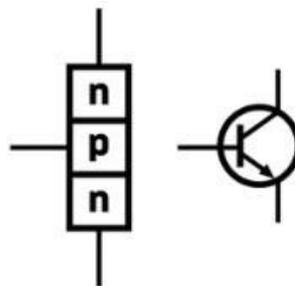
## Bipolar

Un transistor bipolar es un dispositivo electrónico de estado sólido consistente en dos uniones PN muy cercanas entre sí, que permite aumentar la corriente y disminuir el voltaje, además de controlar el paso de la corriente a través de sus terminales.

El transistor B.J.T. (de unión bipolar) es un dispositivo semiconductor constituido de tres capas (dos uniones NP) fabricado en una sola pieza y que tiene gran aplicación en la amplificación de señales, así como en la conmutación.

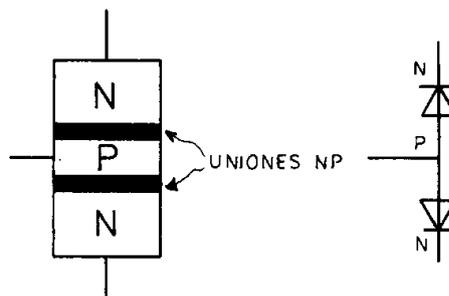
**NPN**, este transistor está basado en dos diodos, la base es donde se unen dos diodos

Figura 47. Simbología transistor npn



Fuente: elaboración propia

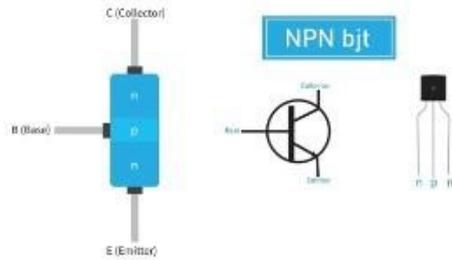
Figura 48. Esquemático transistor npn



Fuente: elaboración propia

## Transistor empaque TO-92

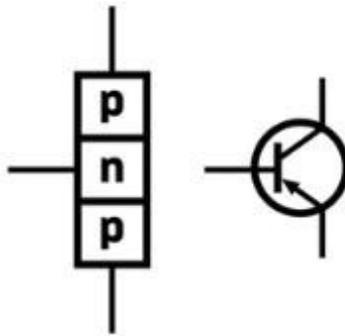
Figura 49. Transistor npn, TO-92



Fuente: elaboración propia

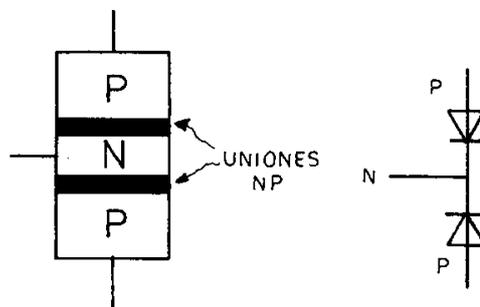
## PNP

Figura 50. Simbología transistor PNP



Fuente: elaboración propia

Figura 51. Esquemático PNP



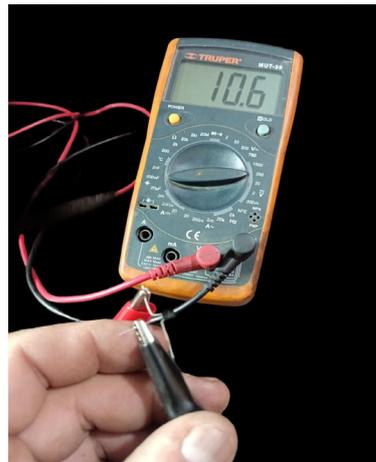
Fuente: elaboración propia

## Pruebas en los Transistores

### *Diodo de entrada va de base a emisor B-E*

Para probar el transistor en el diodo base a emisor B-E en directa 0.6v y en inversa VRP mide de 2 a 12v, esto se aplica, para todos los transistores sean de baja señal o de alta señal.

Figura 52. Medición de transistor en su diodo de entrada



Fuente: elaboración propia

### *Diodo de salida va de base a colector B-C*

El voltaje de un diodo de salida en directa es 0.6 V y en inversa VRP mide 30v o mas (50v, 90v, 200v, 400v, 500v, 600v), aquí es donde viene la diferencia entre transistores de baja señal y transistores de potencia.

En el diodo de entrada todos los diodos son iguales, pero en el diodo de salida es diferente entre transistores. Entre colector a emisor se forma una resistencia cuando se energiza el transistor.

Figura 53. Medición de diodo SMD en inversa



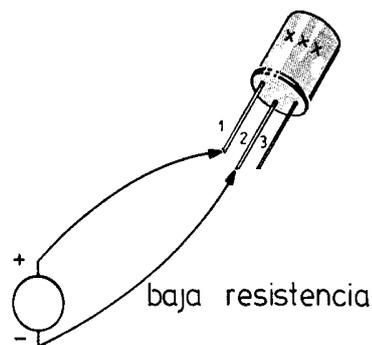
Fuente: elaboración propia

### *Identificación de Terminales:*

Los transistores vienen en presentaciones distintas, desde los más pequeños (pequeña potencia) de cubierta de plástico hasta los más grandes (de potencia) con cubierta metálica, para cada uno de los tipos existen resúmenes de sus características en los catálogos del fabricante o de reemplazos. Así mismo en estos catálogos están indicados la disposición de cada uno de los terminales.

En ocasiones podríamos carecer de información del fabricante, por lo tanto, necesitamos aprender a descubrir la configuración de sus terminales, tanto para diagnóstico como para recambio.

Figura 54. Identificación de terminales



Fuente: elaboración propia

Con el transistor visto de frente (mirando las letras o la parte plana), numeramos las terminales de izquierda a derecha

Tabla 5. Toma de mediciones

Pata 1	Pata 2	Pata 3	voltaje
+	-		
-	+		
	+	-	
	-	+	
-		+	
+		-	

Fuente: elaboración propia

Dibujamos una tabla como la anterior, en la cual, usando la fuente de 300v vamos a tomar mediciones en directa y en inversa para determinar los pines del transistor, el símbolo más (+) en la tabla representa la terminal positiva de la fuente, el símbolo menos (-) en la tabla representa la terminal negativa de la fuente.

Siguiendo la estructura de medición tomamos los valores que nos arroja la herramienta de diagnóstico.

Tabla 6. Toma de mediciones

Pata 1	Pata 2	Pata 3	voltaje
+	-		625 mV
-	+		10.5 V
	+	-	168 v
	-	+	640 mV
-		+	65 v
+		-	30 v

Fuente: elaboración propia

1.. Buscamos las mediciones que nos muestran el valor en directa de dos diodos.

2. Analizamos si el símbolo común es positivo o negativo, en el caso del ejemplo el símbolo común es negativo y se encuentra en la pata dos, por lo tanto, la pata dos es base y el transistor es PNP.

3. Analizamos la medición inversa en cada diodo, la inversa en pata 1 – 2 es 10.5v y la inversa del otro diodo es 168 v en la pata 2 – 3, sabemos que el diodo de entrada B-E su inversa debe medir entre 5v y 12 v, por lo tanto, este diodo B-E esta entre la lata 1 y 2, sabemos que la pata 2 es base, por deducción simple la pata 1 es Emisor, finalmente la pata 3 seria Colector.

4. De las dos mediciones que sobra, no tomamos en cuenta el voltaje más pequeño; pero si tomamos en cuenta el voltaje más alto a ese se le llama  $V$  colector-emisor o efecto transistor, el fabricante nos entrega ese valor en la hoja de datos o datasheet.

Resumen de Verificaciones:

- Encontrar los dos diodos
- verificar los valores en directa y en inversa
- Verificar el voltaje colector – emisor.



# Capítulo 6

## Drivers de potencia

Un “driver de potencia” generalmente se refiere a un dispositivo electrónico diseñado para controlar y gestionar la entrega de energía eléctrica a componentes de potencia, como transistores o dispositivos semiconductores de potencia. Estos controladores son esenciales en sistemas electrónicos que utilizan componentes de potencia para variar, amplificar o modular señales eléctricas.

Aquí hay algunos puntos clave sobre los controladores de potencia:

**Control de Componentes de Potencia:** Los dispositivos de potencia, como transistores MOSFET, IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) u otros dispositivos semiconductores de potencia, requieren un control adecuado para garantizar un funcionamiento eficiente y seguro. Los drivers de potencia desempeñan un papel crucial al proporcionar la señal de control necesaria para estos dispositivos.

Podemos tener transistores de potencia BJT, MOSFET e IGBT.

Sabemos que es un transistor de potencia por que viene con disipadores de calor, y en las placas vienen anclados a disipadores de aluminio.

Cuando es un transistor común no sabemos dónde queda la base, colector y emisor, en los transistores de potencia viene estandarizado los pines, el orden de los terminales viene definido y eso nos simplifica las pruebas.

En transistor de potencia:

- Pata 1.- base
- Pata 2.- colector
- Pata 3.- emisor

**En MOSFET:**

- Pata 1: compuerta o Gate (G)
- Pata 2: drain (D)
- Pata 3: Source (S)

**EN IGBT:**

- Pata 1: Gate (G)
- Pata 2: colector (C)
- Pata 3: emisor (E)

## MOSFET.

Figura 55. Transistor mosfet



Fuente: elaboración propia

Los transistores de efecto de campo o FET son particularmente interesantes en circuitos integrados y pueden ser de dos tipos: transistor de efecto de campo de unión o JFET y transistor de efecto de campo metal-óxido semiconductor (MOSFET).

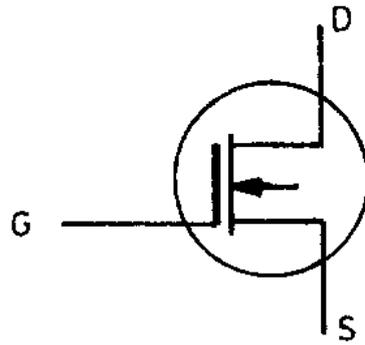
Son dispositivos controlados por tensión con una alta impedancia de entrada (10<sup>12</sup> ohmios).

El MOSFET es un semiconductor basado en silicio. Una capa de óxido crecida sobre la capa de SI semiconductor y sobre ella una capa conductora.

Existe de cuatro tipos:

- MOSFET de canal N de acumulación.
- MOSFET de canal N de depleción.
- MOSFET de canal P de acumulación.
- MOSFET de canal P de depleción.

Figura 56. Medición de diodo SMD en inversa

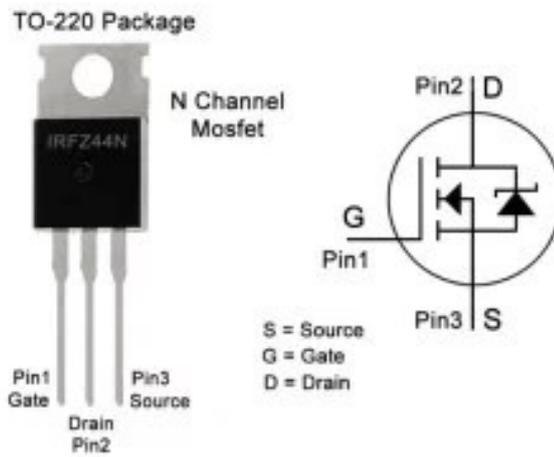


Fuente: elaboración propia

Figura 57. transistor Mosfet



Fuente: elaboración propia



Fuente: elaboración propia

## Ventajas del FET

1. Son dispositivos controlados por tensión con una impedancia de entrada muy elevada ( $10^7$  a  $10^{12}$  ohmios).
2. Los **FET** generan un nivel de ruido menor que los BJT.
3. Los **FET** son más estables con la temperatura que los BJT.
4. Los **FET** son más fáciles de fabricar que los BJT pues precisan menos pasos y permiten integrar más dispositivos en un CI.
5. Los **FET** se comportan como resistencias controladas por tensión para valores pequeños de tensión drenaje fuente.
6. La alta impedancia de entrada de los **FET** les permite retener carga el tiempo suficiente para permitir su utilización como elementos de almacenamiento.
7. Los **FET** de potencia pueden disipar una potencia mayor y conmutar corrientes grandes.

Figura 59. Mosfet SMD



Fuente: elaboración propia

## Pruebas en MOSFET

1. Obtener el voltaje de compuerta a surtidor.

Tenemos que convertir al MOSFET en un diodo, para ello puenteamos de compuerta (Gate) a surtidor (source), (puente G – S), en ese punto podemos medir el voltaje en directa y en inversa con la fuente de 300v. colocando la fuente de alta tensión entre el puente y el surtidor.

En directa da 0.600 mV y en inversa unos 45 v, 60v, 90v, 150v 200v, 400v, 600v.

## 2. Disparo del mosfet.

Usando una fuente variable aplicamos un voltaje positivo al gate (compuerta) con una resistencia de 10 Kohm para que dispare, la fuente de 300, el surtidor a negativo y el positivo de 300v al drenador, con la fuente variable voy subiendo el voltaje y en determinado momento el voltaje de la fuente grande cae a cero, eso significa que si esta switcheando.

Los mosfet se puede probar por comparación, en las tarjetas electrónicas por lo general vienen, mosfet de la misma matricula.

## 3. Prueba de continuidad.

### Mosfet canal P

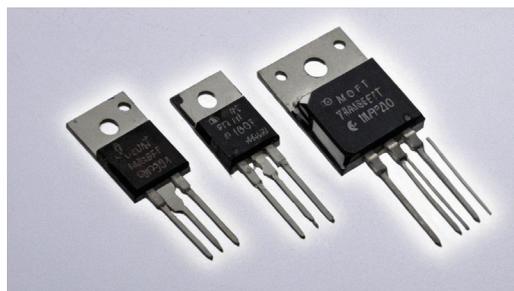
- Tenemos que activar el Gate (G) con un valor mínimo de 4 v.
- (+ en Source) y (- en Gate), se puede usar una fuente regulable o una batería de 9v.
- Una vez activado el gate tiene que haber continuidad entre Drain y Source.
- Para desactivar el transistor hacemos un corto entre Gate y Source.

### Mosfet canal N

- Tenemos que activar el Gate (G) con un valor mínimo de 4 v.
- (- en Source) y (+ en Drain), se puede usar una fuente regulable o una batería de 9v.
- Una vez activado el gate tiene que haber continuidad entre Drain y Source.
- Para desactivar el transistor hacemos un corto entre Gate y Source.

## IGBT

Figura 60. Transistor IGBT



Fuente: elaboración propia

Isolated gate bipolar transistor (transistor bipolar con compuerta aislada).

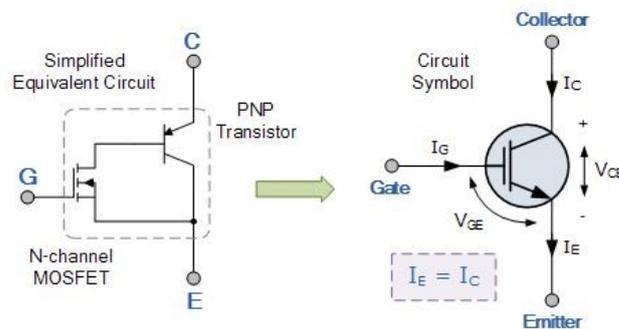
Los transistores bipolares de puerta aislada, también conocidos como IGBT, son la intersección entre los transistores de unión bipolar convencionales (BJT) y los transistores de efecto de campo (MOSFET), lo que los hace ideales para dispositivos de conmutación de semiconductores.

El transistor bipolar de puerta aislada (IGBT) es un dispositivo electrónico que generalmente se aplica a circuitos de potencia.

Este es un dispositivo para la conmutación en sistemas de alta tensión. La tensión de control de puerta es de unos 15V. Esto ofrece la ventaja de controlar sistemas de potencia aplicando una señal eléctrica de entrada muy débil en la puerta.

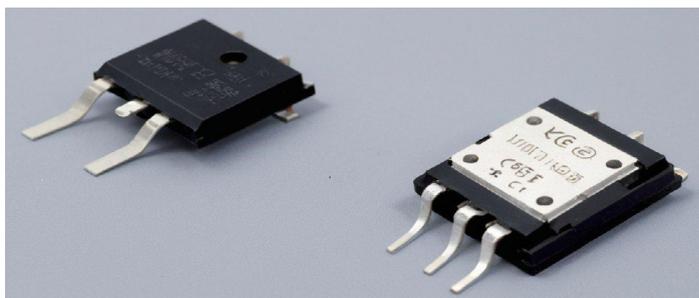
El IGBT de la figura es una conexión integrada de un MOSFET y un BJT. El circuito de excitación del IGBT es como el del MOSFET, mientras que las características de conducción son como las del BJT. El IGBT es adecuado para velocidades de conmutación de hasta 20 KHz y ha sustituido al BJT en muchas aplicaciones

Figura 61. Comparativo entre transistor igtb y mosfet



Fuente: elaboración propia

Figura 62. Transistor IGBT SMD



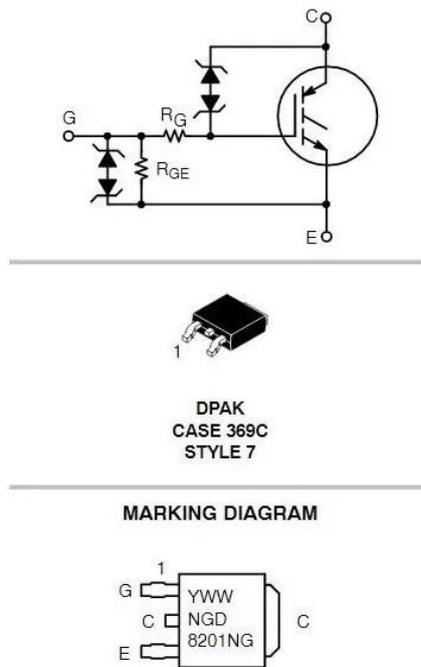
Fuente: elaboración propia

EL IGBT se apaga simplemente removiendo la señal de voltaje  $V_G$  de la terminal gate. La transición del estado de conducción al estado de bloqueo puede tomar apenas 2 microsegundos, por lo que la frecuencia de conmutación puede estar en el rango de los 50 kHz.

EL IGBT requiere un valor límite  $V_{GS(TH)}$  para el estado de cambio de encendido a apagado y viceversa. Este es usualmente de 4 V. Arriba de este valor el voltaje  $V_{DS}$  cae a un valor bajo cercano a los 2 V. Como el voltaje de estado de encendido se mantiene bajo, el gate debe tener un voltaje arriba de 15 V, y la corriente  $i_D$  se autolimita.

El IGBT se aplica en controles de motores eléctricos tanto de corriente directa como de corriente alterna, manejados a niveles de potencia que exceden los 50 kW.

Figura 63. Transistor IGBT



Fuente: datasheet

1. Conseguir el voltaje de colector a emisor.

Tenemos que convertir al IGBT en un diodo, para ello puenteamos de compuerta a emisor, en ese punto podemos medir el voltaje en directa y en inversa con la fuente de 300v., colocando la fuente entre el puente y el colector

En directa da 0.600 mV y en inversa unos 45 v, 60v, 90v, 150v 200v, 400v, 600v

2. Lograr el disparo a través de la compuerta.

Usando una fuente variable aplicamos un voltaje positivo al gate (compuerta) con una resistencia de 10 Kohm para que dispare y el negativo al emisor, la fuente de 300, el colector a positivo y el negativo de 300v al emisor, con la fuente variable voy subiendo el voltaje y en determinado momento el voltaje de la fuente grande cae a cero, eso significa que si esta switchcando. Estos activan a partir de los 4v.



# **Capítulo 7**

## Diagnóstico por imágenes

Lissajous hace referencia a patrones visuales que se forman cuando dos oscilaciones armónicas, una en cada eje, se representan gráficamente. Estos patrones son el resultado de la combinación de movimientos armónicos simples y se utilizan en diversos campos como la física, la ingeniería, las matemáticas y la música. Las curvas de Lissajous fueron reveladas por el Físico Julio Antoine Lissajous en los años (desde 1822 hasta 1880) (Henriquez, 2015). Lissajous realizó estudios para poder observar las vibraciones que se genera. Dedicó una carrera en el estudio de oscilaciones transversales de las placas frágiles y la constitución de diferentes movimientos oscilantes.

En el contexto de las oscilaciones, un osciloscopio puede utilizarse para visualizar los patrones de Lissajous. En el ámbito musical, estos patrones también se pueden observar en osciloscopios cuando se conectan a un generador de funciones y se reproducen frecuencias específicas.

El Trazador de Curvas es una herramienta fundamental en el campo de la electrónica y la ingeniería, que te permite analizar y medir con precisión la respuesta de un sistema electrónico frente a diferentes estímulos

El Trazador de Curvas es un dispositivo que se utiliza para medir y evaluar la respuesta de un sistema electrónico frente a diferentes niveles de estímulo. Es especialmente útil para evaluar el rendimiento de componentes electrónicos individuales, como transistores y diodos. El Trazador de Curvas nos permite obtener una respuesta gráfica, en forma de curva, que nos muestra cómo un componente específico responde ante diferentes niveles de voltaje o corriente.

Beneficios de usar el trazador de curvas.

1) Mayor precisión en las mediciones: El Trazador de Curvas te brinda una precisión mucho mayor en las mediciones comparado con otros métodos convencionales. Al obtener una representación gráfica de la respuesta de un componente, puedes analizar con mayor detalle su comportamiento y llevar a cabo mediciones más exactas.

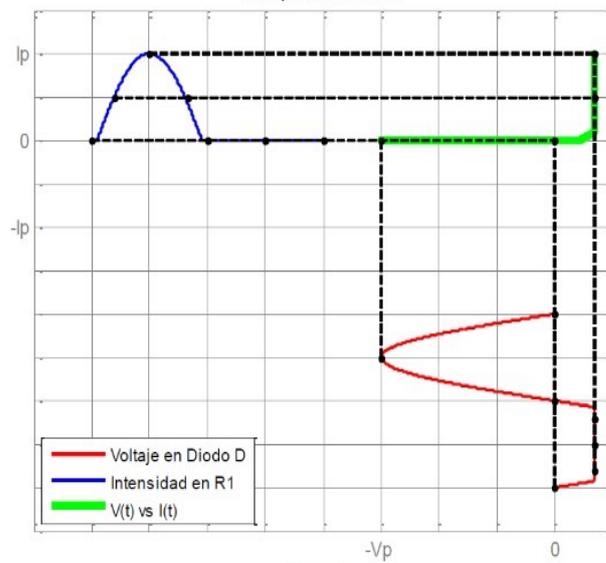
2) Ahorro de tiempo y esfuerzo en la medición: El Trazador de Curvas automatiza el proceso de medición, lo que te permite ahorrar tiempo y esfuerzo, realiza todas las mediciones de forma simultánea y te proporciona los resultados en tiempo real.

3) Análisis detallado de la curva de respuesta: El Trazador de Curvas te ofrece una visión completa de la respuesta de un componente en forma de una curva detallada. Esto te permite analizar el comportamiento del componente en diferentes puntos de operación y comprender mejor su rendimiento en distintas condiciones.

Para el presente estudio se trabajará con el equipo Smart curve, un trazador de curvas de procedencia brasileña, que inicialmente fue diseñado para diagnóstico de celulares, lo que implica que su utilidad es universal en el campo de la electrónica y los componentes electrónicos.

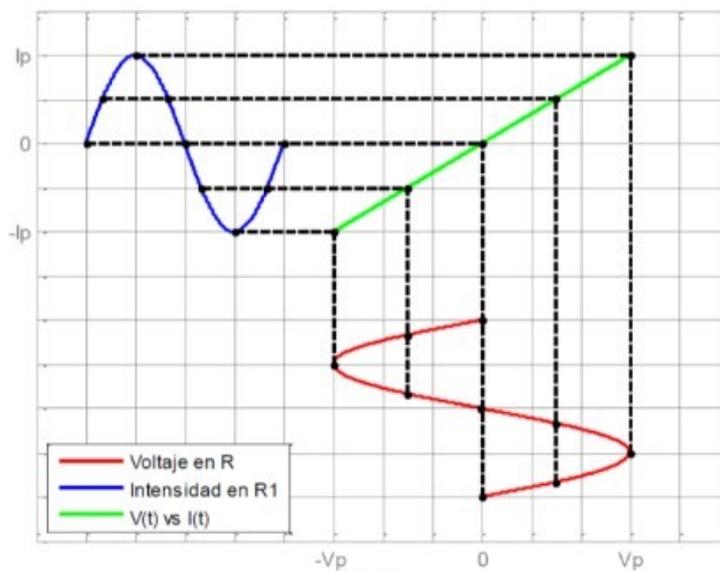
A continuación, citamos las curvas bases de los elementos semiconductores básicos generado por el trazador de curvas:

Figura 64. Curva de diodo



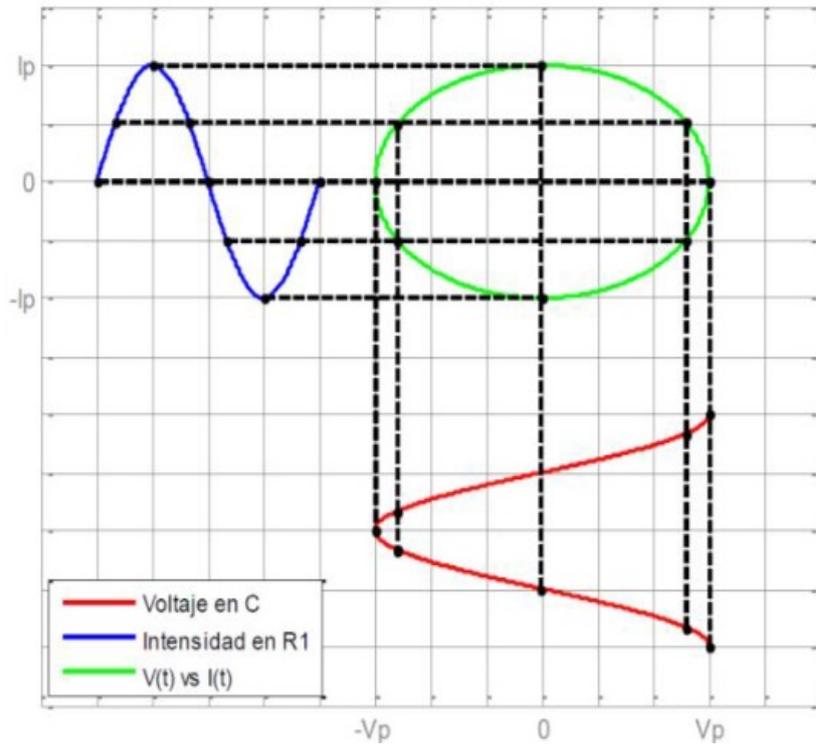
Fuente: Edison Cajas

Figura 65. Curva de resistencia



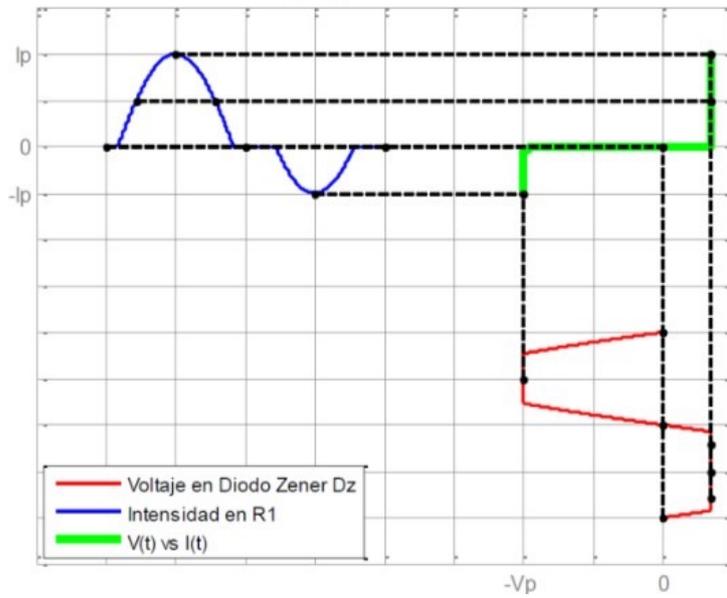
Fuente: Edison Cajas

Figura 66. Curva de capacitor



Fuente: Edison Cajas

Figura 67. Diodo Zener



Fuente: Edison Cajas

Las imágenes aquí citadas son la base del diagnóstico por imágenes, luego los circuitos y componentes más complejos están formados por estos elementos base.

## Diagnostico por imágenes de computadora Kefico.

Se va a realizar el análisis por imágenes de la computadora Kefico ME7.9.8 aplicada al vehículo Hyundai accent, uno de los vehículos más populares en Ecuador.

Figura 68. Computadora Kefico

Fuente: elaboración propia

Dentro de las fallas principales en las computadoras automotrices es el daño de los drivers o transistores de alta potencia, que controlan los inyectores, bobinas, cuerpos de aceleración motorizado, al ser elementos que controlan altas cantidades de corriente para que los actuadores funcionen, son susceptibles de avería, por lo cual es importante realizar un análisis en diagnostico por imágenes.

Figura 69. Gate del mosfet



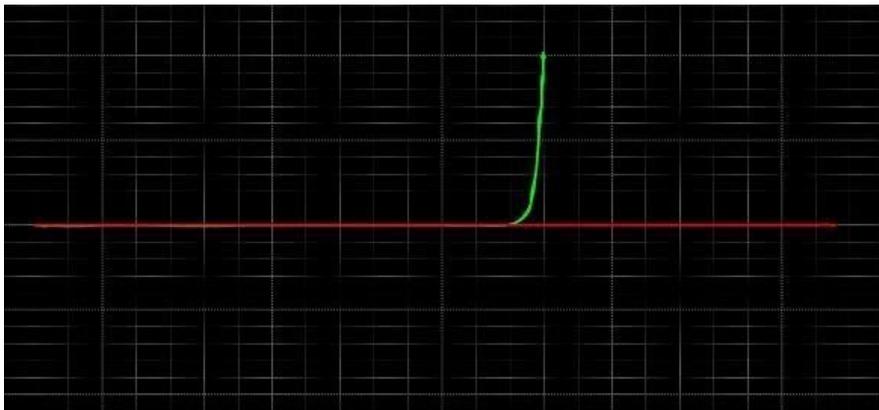
Fuente: elaboración propia

Figura 70. Source del mosfet



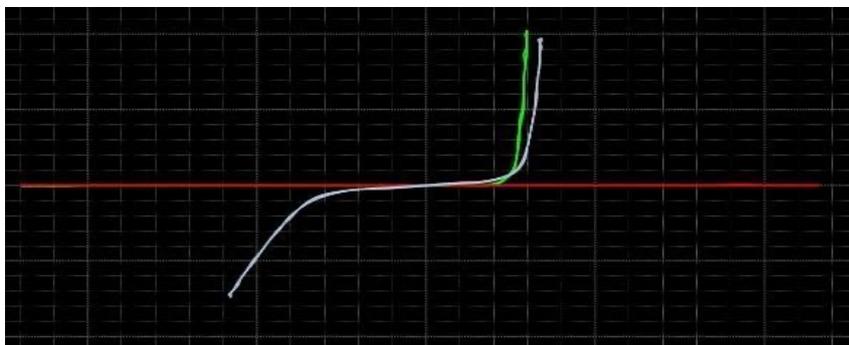
Fuente: elaboración propia

Figura 71. Drain del mosfet



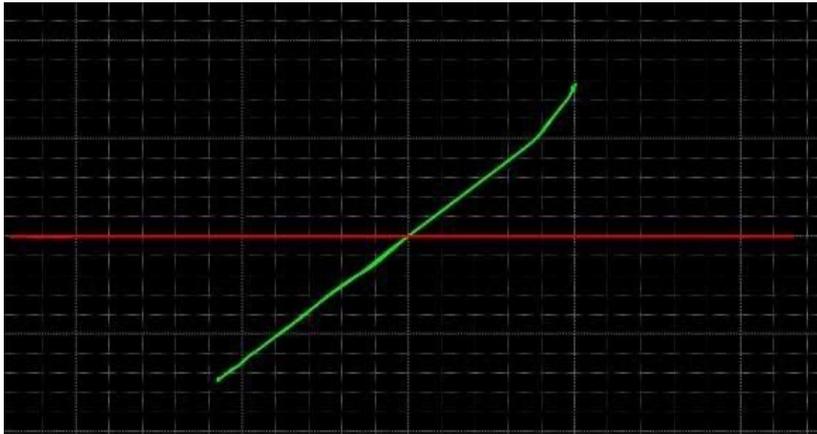
Fuente: elaboración propia

Figura 72. Comparación de gate de dos mosfet



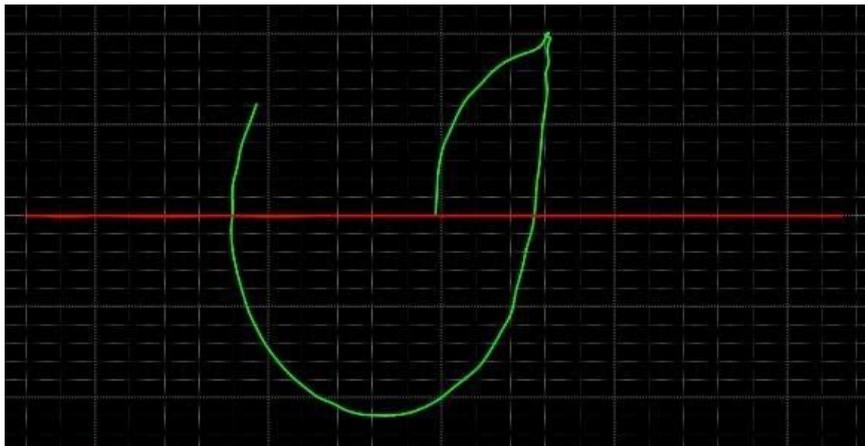
Fuente: elaboración propia

Figura 73. Resistencia 61R9



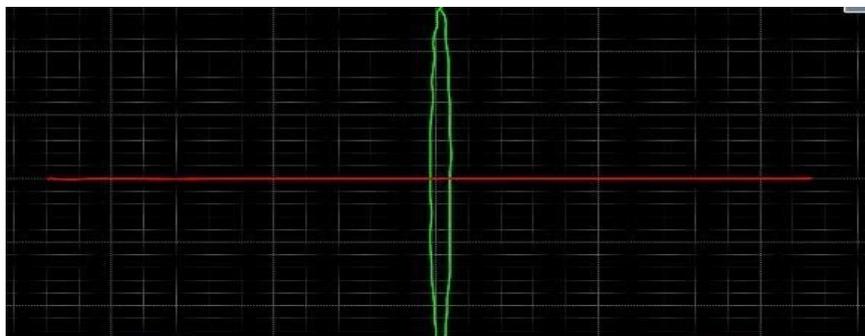
Fuente: elaboración propia

Figura 74. Capacitor 47uF a 10V



Fuente: elaboración propia

Figura 75. Condensador 100 uf



Fuente: elaboración propia

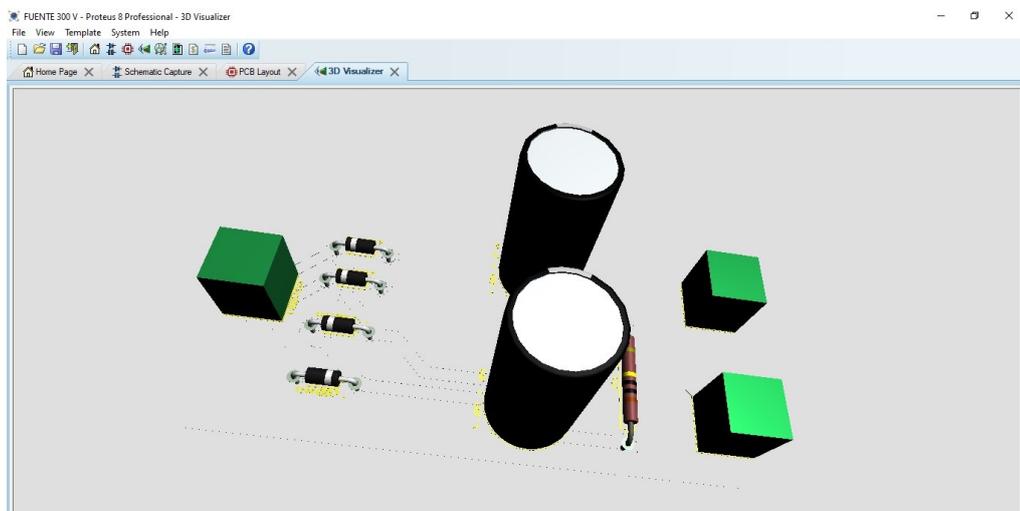
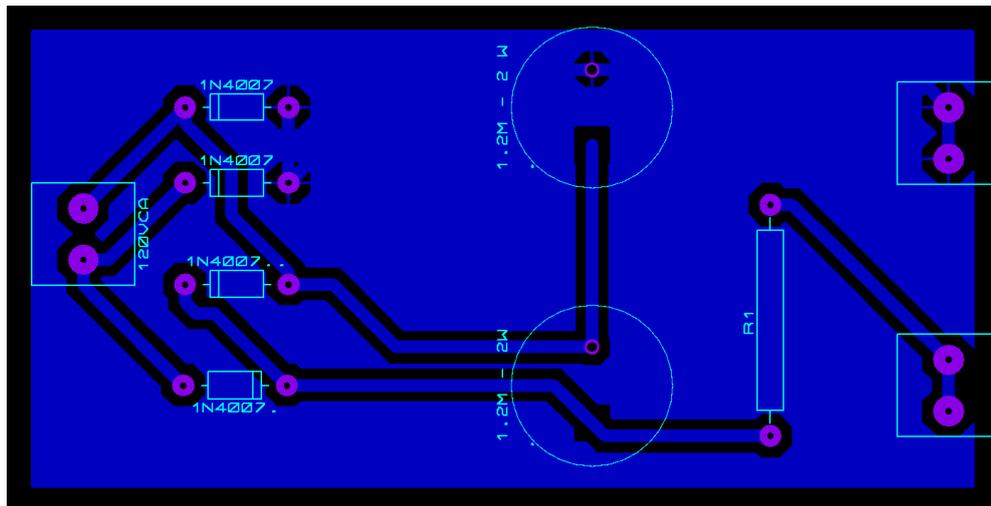
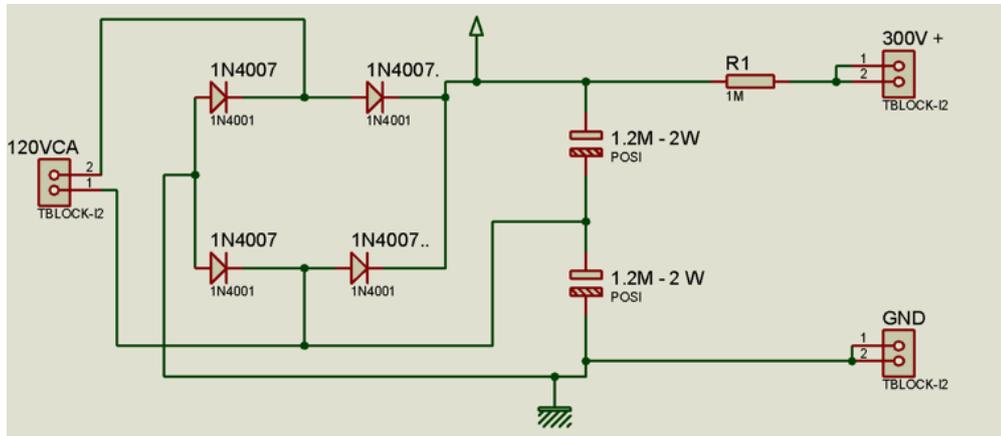
Las imágenes aquí citadas son de elementos montados sobre tarjeta electrónica de computadora automotriz kefco.

## Referencias

Shoptronica. (s.f.). Resistencias Smd 1206-3216. <https://acortar.link/SNNHIY>

## Anexos

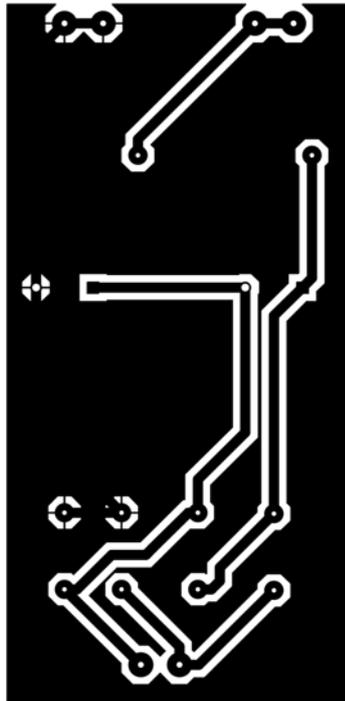
### Diseño de fuente para prueba de diodos en inversa



## Imprimible

No modificar el tamaño.

Imprimir en papel termotransferible



Componentes:

- 4 diodos 1N4007
- 2 Capacitores 47uf a 250V
- 1 resistencia de 1 Mohm
- 3 borneras de dos pines
- 2 cables de 1 m, con lagartos rojos
- 2 cables de 1 m, con lagartos negros
- 1 cable de conexión 110v





# Religación **Press**

Ideas desde el Sur Global



**Religación** Press

ISBN: 978-9942-664-18-1



9 789942 664181