



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA E  
INDUSTRIAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE  
ILUMINACIÓN FRONTAL DE UN VEHÍCULO PARA EL  
CAMBIO AUTOMÁTICO DE COLOR DE LUCES ALTAS/BAJAS  
TIPO LED EN FUNCIÓN DE NEBLINA Y LLUVIA**

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

**GARCÍA MANTILLA KLEBER WLADIMIR**

**DIRECTOR: ING. ALEXANDER PERALVO**

**Quito, junio 2016**

© Universidad Tecnológica Equinoccial, 2016  
Reservados todos los derechos de reproducción

# FORMULARIO DE REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

## PROYECTO DE TITULACIÓN

DATOS DE CONTACTO	
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1717838971
APELLIDO Y NOMBRES:	García Mantilla Kleber Wladimir
DIRECCIÓN:	Sgto. Grau S11-86 y Cptn. Osorio
EMAIL:	wladogm@hotmail.com
TELÉFONO FIJO:	022640978
TELÉFONO MOVIL:	0992774537

DATOS DE LA OBRA	
TITULO:	“Diseño y construcción de un sistema de iluminación frontal de un vehículo para el cambio automático de color de luces altas/bajas tipo led en función de neblina y lluvia”.
AUTOR:	García Mantilla Kleber Wladimir
FECHA DE ENTREGA DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:	Quito, Junio 2016
DIRECTOR DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:	Ing. Alexander Peralvo
PROGRAMA	Pregrado <input checked="" type="checkbox"/> Posgrado <input type="checkbox"/>
TITULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero Automotriz
RESUMEN:	El proyecto que a continuación se presenta, tuvo como resultado final el diseño e implementación de un sistema electrónico, con el que se pudo monitorear el cambio de factores ambientales, que se presentan en la ruta de todo conductor, los que afectan significativamente en su desempeño, al reducir la visibilidad, afectando directamente en su seguridad y la de todos sus acompañantes, tanto como la de otros conductores en la vía, estos factores adversos fueron: neblina y lluvia, dos de las más peligrosas condiciones al momento de la conducción.

	<p>Este sistema electrónico fue concebido para aumentar la seguridad activa del vehículo, que en conducción es necesaria, al no tener que preocuparse por la baja visibilidad y el accionamiento de otros accesorios de iluminación manual, ya que el sistema cambia automáticamente la tonalidad de color de luz, de blanca a amarilla, como lo recomiendan las instituciones encargadas de la seguridad vial.</p> <p>Al dotar al vehículo con un juego de luces de color amarillo, se redujo en el caso de neblina, la conocida pantalla blanca, que se presenta debido a la reflexión de la luz blanca en las partículas de agua suspendidas en el aire, y en el caso de lluvia, una visión menos definida de su entorno, las que reducen la distancia de visibilidad de todo conductor, gracias al efecto de este tipo de luz amarilla, el conductor puede estar pendiente únicamente de una conducción a la defensiva más cómoda y segura.</p> <p>La importancia de este sistema electrónico fue un tema de innovación tecnológica, al intervenir en temas de iluminación de quinta generación y seguridad activa del vehículo, donde intervino la automatización, por medio de lectura e interpretación de valores de humedad relativa, temperatura y lluvia, en un microcontrolador arduino, que fue el encargado de tomar decisiones que se aplicaron a la iluminación frontal del vehículo. Los sensores utilizados fueron ubicados en lugares propicios para su correcta lectura y cuidado de sus elementos internos, alargando así el tiempo de vida del sistema electrónico.</p>
--	--

PALABRAS CLAVES:	ARDUINO, ILUMINACIÓN FRONTAL, NEBLINA, LLUVIA
ABSTRACT:	<p>The following project had as final result the design and implementation of an electronic system, which could monitor environmental factor changes that occur in the path of all drivers. These changes significantly affect the drivers' performance by reducing visibility, affecting their safety directly and of all companions, as well as the other drivers on the road. These adverse factors were: fog and rain, two of the most dangerous conditions when people drive.</p> <p>This electronic system was designed to increase the active safety of the vehicle, that in driving is necessary, not having to worry about the low visibility and the others manual lighting accessories. Therefore, the system automatically changes the color tone of light, from white to yellow, which is recommended by the responsible institutions for safety road. By providing the vehicle with yellow lights was reduced the case of mist, known as white screen, which occurs due to the reflection of white light into the water particles suspended into air and in the case of rain. Less defined environment visions reduce the visibility of distance of all drivers. Thanks to the effect of this type of yellow light, the driver just can be aware for a comfortable and a safe driving.</p> <p>The importance of this electronic system was a topic of technological innovation, which intervenes in the fifth lighting generation and active safety of the vehicle. Where intervened automation through reading and interpretation of values of relative humidity, temperature and rain in an arduino microcontroller, which was responsible for making decisions that</p>

	were applied to the front vehicle lighting. The sensors used were located in suitable locations for proper reading and beware of its internal elements, thereby extending the lifetime of the electronic system.
KEYWORDS	ARDUINO, FRONT LIGTHING, FOG, RAIN

Se autoriza la publicación de este Proyecto de Titulación en el Repositorio Digital de la Institución.



---

**KLEBER WLADIMIR GARCÍA MANTILLA**

1717838971

# DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **KLEBER WLADIMIR GARCÍA MANTILLA**, CI 1717838971 autor del proyecto titulado: **“Diseño y construcción de un sistema de iluminación frontal de un vehículo para el cambio automático de color de luces altas/bajas tipo led en función de neblina y lluvia”**, previo a la obtención del título de **INGENIERO AUTOMOTRIZ** en la Universidad Tecnológica Equinoccial.

1. Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las Instituciones de Educación Superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.
2. Autorizo a la BIBLIOTECA de la Universidad Tecnológica Equinoccial a tener una copia del referido trabajo de graduación con el propósito de generar un Repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Quito, 20 de junio de 2016



---

**KLEBER WLADIMIR GARCÍA MANTILLA**

1717838971

## DECLARACIÓN

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

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



---

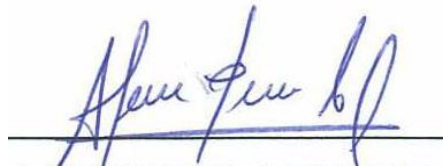
KLEBER WLADIMIR GARCÍA MANTILLA

C.I. 1717838971



# CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo que lleva por título “**Diseño y construcción de un sistema de iluminación frontal de un vehículo para el cambio automático de color de luces altas/bajas tipo led en función de neblina y lluvia**”, que, para aspirar al título de **Ingeniero automotriz** fue desarrollado por **Kleber Wladimir García Mantilla**, bajo mi dirección y supervisión, en la Facultad de Ciencias de la Ingeniería e Industrias; y cumple con las condiciones requeridas por el reglamento de Trabajos de Titulación artículos 19, 27 y 28.



---

MARIO ALEXANDER PERALVO CLAVÓN  
**DIRECTOR DEL TRABAJO**

C.I. 1718133448

## DEDICATORIA

Este proyecto está dedicado a mi Dios, quién me ha guiado por el buen camino, de fe y esperanza, por darme fuerzas para llegar hasta este punto como estudiante, seguir adelante sin desmayar, cuando todo parecía perdido a causa de algún contratiempo, a quien entrego mi vida y mis futuros proyectos como profesional.

A mí amada familia por quienes soy lo que soy.

Para mis padres, Jorge y Norma, mi hermano Giovanny, quienes han estado siempre apoyándome en las acciones tomadas, por sus consejos, comprensión, constancia, y colaboración en todo momento, por los recursos necesarios para poder estudiar. La parte humana con valores, principios, mi carácter, empeño y perseverancia al perseguir un objetivo.

A Denisse, por ser siempre el soporte y rostro de aliento cuando pierdo los estribos ante alguna situación, haciéndome entender siempre que los objetivos van a ser nuestros triunfos, y que siempre cuento con ella, además de ser parte de mi familia.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecido siempre con mi Dios, por sus bendiciones en momentos difíciles, situaciones de peligro de las cuales he salido bien librado, y momentos de alegría y unión familiar.

A mis padres, mi luz, por el enorme esfuerzo en el cumplimiento de mis objetivos, convirtiendo de un joven estudiante en un profesional humilde, justo, sincero, y correcto, cumpliendo siempre como pilares principales en mi desarrollo humano como profesional, apoyándome en las decisiones y corrigiéndome en los errores.

A mi hermano Giovanni quien junto con mis padres, ha sido mi luz, y apoyo tanto como persona, como recurso de desarrollo humano, al estar siempre pendiente de mi desarrollo profesional y por su generosidad durante toda la etapa universitaria, por su gran ejemplo de persona.

A mis tíos Esmeralda y Jorge Luis que siempre han sido un apoyo incondicional durante toda mi vida, colaborando siempre con mis padres, enseñándome que nunca estarán solos en el desarrollo de sus hijos.

A mis primos Roberto e Iván, a mis amigos de toda la vida, quienes compartieron conmigo momentos de diversión, alegría, tristeza, problemas, y especialmente a Santiago y Diego, quienes siempre estarán en todo momento, como la familia que uno se escoge.

A mis maestros, por su excelente trabajo al transmitir sus conocimientos, en especial al Ing. Alexander Peralvo, al impulsar este proyecto hasta su culminación.

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

## PÁGINA

<b>RESUMEN</b> .....	xi
<b>ABSTRACT</b> .....	xiii
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>2. MARCO TEÓRICO</b> .....	3
2.1. FACTORES AMBIENTALES .....	3
2.1.1. NEBLINA.....	3
2.1.1.1. Tipos de neblina .....	3
2.1.2. PRECIPITACIÓN .....	5
2.1.2.1. Proceso de precipitación .....	5
2.1.2.2. Cantidad de precipitación .....	5
2.1.2.3. Intensidad, duración y frecuencia de la precipitación .....	6
2.1.2.4. Tipos de precipitación.....	6
2.1.3. TEMPERATURA .....	7
2.1.4. HUMEDAD .....	8
2.2. LUZ E ILUMINACIÓN .....	9
2.2.1. LA LUZ.....	9
2.2.1.1. Medidas fotométricas.....	11
2.2.1.2. Espectros de emisión .....	12
2.2.1.3. Cuerpo negro y temperatura de color .....	13
2.3. CIRCUITOS ELÉCTRICOS .....	15
2.3.1. COMPONENTES DE UN CIRCUITO.....	16

2.3.1.1.	Fuente de energía .....	16
2.3.1.2.	Dispositivos de protección .....	18
2.3.1.3.	Conductor de energía .....	19
2.3.1.4.	Consumidores.....	21
2.3.1.5.	Masa o tierra.....	21
2.3.1.6.	Relés .....	21
2.4.	ILUMINACIÓN FRONTAL DEL VEHICULO .....	23
2.4.1.	TIPOS DE CONMUTACIÓN .....	25
2.4.2.	TIPOS DE ILUMINACIÓN FRONTAL .....	26
2.4.2.1.	Luz de posición.....	27
2.4.2.2.	Luz de cruce (56b).....	28
2.4.2.3.	Luz de carretera y rafagas de luz (56a) .....	31
2.4.2.4.	Luz antiniebla.....	33
2.4.2.5.	Luz de dirección y emergencia (57L y 57R) .....	36
2.4.3.	SISTEMA DE PROTECCIÓN DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN FRONTAL.....	37
2.4.4.	LAMPARAS DE ILUMINACIÓN FRONTAL.....	38
2.4.5.	BOMBILLAS LED .....	39
2.4.5.1.	Diodo emisor de luz.....	40
2.4.5.2.	Características de una bomnilla led H4 para iluminación frontal .....	41
2.4.6.	PARÁBOLA DE REFLEXIÓN.....	42
2.4.6.1.	Ubicación del foco de luz en una parábola .....	43
2.5.	CIRCUITOS ELECTRÓNICOS.....	43
2.5.1.	ARDUINO.....	44
<b>3.</b>	<b>METODOLOGÍA.....</b>	<b>45</b>

<b>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	47
4.1. IMPLEMENTACIÓN DEL DISPOSITIVO.....	47
4.1.1. ARDUINO NANO V3.....	48
4.1.2. PANTALLA DE CRISTAL LÍQUIDO .....	49
4.1.2.1. Conexión de la pantalla al arduino nano v3.....	50
4.1.3. SENSOR DE LLUVIA.....	50
4.1.3.1. Conexión del sensor de lluvia al arduino nano v3.....	51
4.1.4. SENSOR DE HUMEDAD Y TEMPERATURA.....	52
4.1.4.1. Conexión del sensor de humedad y temperatura al arduino nano v3 .....	52
4.1.5. MÓDULO DE 2 RELÉS.....	52
4.1.5.1. Conexión del módulo de 2 relés al arduino nano v3.....	54
4.2. DISEÑO DEL SISTEMA AUTOMÁTICO.....	54
4.2.1. AMBIENTE DE DESARROLLO INTEGRADO .....	56
4.3. MODIFICACIÓN DEL SISTEMA DE ILUMINACION FRONTAL.....	65
4.3.1. CIRCUITO ELÉCTRICO DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN FRONTAL AUTOMÁTICO .....	69
4.3.1.1. Circuito eléctrico de luz de cruce .....	70
4.3.1.2. Circuito eléctrico de luz de carretera .....	72
4.4. ANÁLISIS DE DATOS .....	73
4.5. ILUMINACIÓN EN RUTA.....	77
4.5.1. ILUMINACIÓN FRONTAL HALÓGENA .....	77
4.5.2. ILUMINACIÓN FRONTAL LED .....	78

<b>5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>82</b>
5.1. CONCLUSIONES .....	82
5.2. RECOMENDACIONES.....	84
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>87</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>91</b>

# ÍNDICE DE TABLAS

## PÁGINA

<b>Tabla 1.</b> Intensidad de precipitación. ....	6
<b>Tabla 2.</b> Iluminación frontal del automóvil. ....	27
<b>Tabla 3.</b> Descripción de pines utilizados. ....	57
<b>Tabla 4.</b> Datos obtenidos en ruta con presencia de neblina. ....	74



# ÍNDICE DE FIGURAS

## PÁGINA

<b>Figura 1.</b> Sensor de humedad y temperatura dht11.....	8
<b>Figura 2.</b> Onda Electromagnética.....	9
<b>Figura 3.</b> Gama de frecuencias del campo electromagnético. ....	10
<b>Figura 4.</b> Descomposición de luz por medio del prisma. ....	12
<b>Figura 5.</b> Espectro de emisión de una bombilla incandescente. ....	13
<b>Figura 6.</b> Cuerpo negro. ....	14
<b>Figura 7.</b> Cuerpo negro a diferentes temperaturas. ....	14
<b>Figura 8.</b> Temperatura de calor.....	15
<b>Figura 9.</b> Fuente de energía.....	17
<b>Figura 10.</b> Simbología de baterías. ....	17
<b>Figura 11.</b> Dispositivos de protección. ....	18
<b>Figura 12.</b> Simbología de fusibles. ....	18
<b>Figura 13.</b> Código de color de fusibles.....	19
<b>Figura 14.</b> Código de color de cableado TOYOTA.....	20
<b>Figura 15.</b> Código de color de cableado SEAT. ....	20
<b>Figura 16.</b> Consumidor.....	21
<b>Figura 17.</b> Relé automotriz.....	22
<b>Figura 18.</b> Funcionamiento del relé.....	22
<b>Figura 19.</b> Diagrama eléctrico de iluminación. ....	23
<b>Figura 20.</b> Conmutación de luces tipo III.....	26
<b>Figura 21.</b> Mando en conducta de luz de posición.....	27
<b>Figura 22.</b> Circuito básico de luz de posición.....	28
<b>Figura 23.</b> Mando en conducta de luz de cruce. ....	29
<b>Figura 24.</b> Haz de luz de cruce. ....	29
<b>Figura 25.</b> Luz de cruce encendida. ....	30
<b>Figura 26.</b> Circuito de luz de cruce.....	30
<b>Figura 27.</b> Testigo de luz de carretera. ....	31
<b>Figura 28.</b> Haz de luz de carretera.....	31
<b>Figura 29.</b> Luz de carretera encendida. ....	32

<b>Figura 30.</b> Circuito de luz de carretera. ....	32
<b>Figura 31.</b> Circuito completo de iluminación frontal.....	33
<b>Figura 32.</b> Interruptor de luz antiniebla.....	34
<b>Figura 33.</b> Haz de luz antiniebla.....	34
<b>Figura 34.</b> Iluminación frontal conjunta. ....	35
<b>Figura 35.</b> Circuito de luz antiniebla. ....	35
<b>Figura 36.</b> Mandos de luz de dirección y emergencia. ....	36
<b>Figura 37.</b> Circuito de luz de dirección y emergencia.....	37
<b>Figura 38.</b> Panel de fusibles principal. ....	37
<b>Figura 39.</b> Panel de fusibles de cabina. ....	38
<b>Figura 40.</b> Lámpara frontal Hyundai Getz. ....	38
<b>Figura 41.</b> Lámpara frontal Hyundai Elantra ....	39
<b>Figura 42.</b> Tipos de bombillas led en el mercado.....	40
<b>Figura 43.</b> Símbolo de led ....	40
<b>Figura 44.</b> Características de un led H4.....	41
<b>Figura 45.</b> Ficha técnica de un led H4.....	42
<b>Figura 46.</b> Reflexión de rayos led.....	42
<b>Figura 47.</b> Tipos de reflexión por disposición de foco de luz.....	43
<b>Figura 48.</b> Placa arduino nano v3. ....	44
<b>Figura 49.</b> Sujeción de elementos en la caja de proyectos electrónicos. ...	47
<b>Figura 50.</b> Arduino nano v3.....	48
<b>Figura 51.</b> Pantalla de cristal líquido. ....	49
<b>Figura 52.</b> Conexión de la pantalla al arduino nano v3. ....	50
<b>Figura 53.</b> Sensor de lluvia. ....	51
<b>Figura 54.</b> Conexión del sensor de lluvia al arduino nano v3.....	51
<b>Figura 55.</b> Conexión del sensor de humedad y temperatura al arduino nano v3. ....	52
<b>Figura 56.</b> Relés interruptores con sus borneras. ....	53
<b>Figura 57.</b> Conexión del módulo de 2 relés al arduino nano v3. ....	54
<b>Figura 58.</b> Módulo electrónico finalizado.....	54
<b>Figura 59.</b> Diagrama de flujo de datos general. ....	55
<b>Figura 60.</b> Diagrama de flujo de datos desarrollado.....	55

<b>Figura 61.</b>	Selección de puerto de conexión del arduino nano v3.....	56
<b>Figura 62.</b>	Programación de la pantalla de cristal líquido.....	57
<b>Figura 63.</b>	Inicialización de la pantalla líquida.....	58
<b>Figura 64.</b>	Directrices del programa principal.....	59
<b>Figura 65.</b>	Directriz de visualización de la pantalla líquida.....	60
<b>Figura 66.</b>	Directriz de control de neblina y lluvia.....	61
<b>Figura 67.</b>	Compilación de datos de arduino.....	62
<b>Figura 68.</b>	Subida de datos al arduino nano v3.....	62
<b>Figura 69.</b>	Ubicación de los sensores en el vehículo.....	63
<b>Figura 70.</b>	Pruebas piloto de funcionamiento del módulo electrónico.....	64
<b>Figura 71.</b>	Ambiente propicio para pruebas.....	64
<b>Figura 72.</b>	Luz de dirección led.....	65
<b>Figura 73.</b>	Socket de luz de dirección modificado.....	66
<b>Figura 74.</b>	Bombilla led adaptada en el socket modificado.....	66
<b>Figura 75.</b>	Fabricación de capsulas de vidrio soplado.....	67
<b>Figura 76.</b>	Tinturado de capsulas de vidrio soplado.....	67
<b>Figura 77.</b>	Modificación de color de las bombillas led.....	68
<b>Figura 78.</b>	Bombilla led con cápsula de color amarillo.....	68
<b>Figura 79.</b>	Resultado final de la adaptación de la lámpara.....	69
<b>Figura 80.</b>	Circuito eléctrico modificado en reposo.....	70
<b>Figura 81.</b>	Circuito de luz de cruce en condiciones normales.....	70
<b>Figura 82.</b>	Circuito de luz de cruce bajo condiciones de neblina.....	71
<b>Figura 83.</b>	Circuito de luz de cruce bajo condiciones de lluvia.....	71
<b>Figura 84.</b>	Circuito de luz de carretera en condiciones normales.....	72
<b>Figura 85.</b>	Circuito de luz de carretera bajo condiciones de neblina.....	72
<b>Figura 86.</b>	Circuito de luz de carretera bajo condiciones de lluvia.....	73
<b>Figura 87.</b>	Medición en presencia de neblina.....	73
<b>Figura 88.</b>	Señalética vertical de información.....	75
<b>Figura 89.</b>	Modificación de datos en prueba de ruta.....	76
<b>Figura 90.</b>	Conducción en condiciones adversas.....	76
<b>Figura 91.</b>	Circulación en neblina con luz de cruce halógena.....	77
<b>Figura 92.</b>	Circulación en neblina con luz de carretera halógena.....	78

<b>Figura 93.</b> Iluminación frontal de color blanco.....	78
<b>Figura 94.</b> Iluminación frontal de color amarillo.....	79
<b>Figura 95.</b> Circulación condiciones normales con luz de cruce tipo led. ...	79
<b>Figura 96.</b> Circulación condiciones normales con luz de carretera tipo led.	80
<b>Figura 97.</b> Circulación en neblina con luz de cruce tipo led. ....	80
<b>Figura 98.</b> Circulación en neblina con luz de carretera tipo led.....	81

# ÍNDICE DE ANEXOS

## PÁGINA

<b>Anexo 1.</b> Designación de bornes .....	91
<b>Anexo 2.</b> Ficha técnica arduino nano v3 .....	98
<b>Anexo 3.</b> Ficha técnica pantalla de cristal líquido.....	99
<b>Anexo 4.</b> Ficha técnica sensor de lluvia .....	101
<b>Anexo 5.</b> Ficha técnica sensor humedad y temperatura .....	102

## RESUMEN

El proyecto que a continuación se presenta, tuvo como resultado final el diseño e implementación de un sistema electrónico, con el que se pudo monitorear el cambio de factores ambientales, que se presentan en la ruta de todo conductor, que afectan significativamente en su desempeño, al reducir la visibilidad, afectando directamente en su seguridad y la de todos sus acompañantes, tanto como la de otros conductores en la vía, estos factores adversos fueron: neblina y lluvia, dos de las más peligrosas condiciones al momento de la conducción.

Este sistema electrónico fue concebido para aumentar la seguridad activa del vehículo, que en conducción es necesaria, al no tener que preocuparse por la baja visibilidad y el accionamiento de otros accesorios de iluminación manual, ya que el sistema cambia automáticamente la tonalidad de color de luz, de blanca a amarilla, como lo recomiendan las instituciones encargadas de la seguridad vial.

Al dotar al vehículo con un juego de luces de color amarillo, se redujo en el caso de neblina, la conocida pantalla blanca, que se presenta debido a la reflexión de la luz blanca en las partículas de agua suspendidas en el aire, y en el caso de lluvia, una visión menos definida de su entorno, las que reducen la distancia de visibilidad de todo conductor, gracias al efecto de este tipo de luz amarilla, el conductor puede estar pendiente únicamente de una conducción a la defensiva más cómoda y segura.

La importancia de este sistema electrónico fue un tema de innovación tecnológica, al intervenir en temas de iluminación de quinta generación y seguridad activa del vehículo, donde intervino la automatización, por medio de lectura e interpretación de valores de humedad relativa, temperatura y lluvia, en un microcontrolador arduino, que fue el encargado de tomar decisiones que se aplicaron a la iluminación frontal del vehículo.

Los sensores utilizados fueron ubicados en lugares propicios para su correcta lectura y cuidado de sus elementos internos, alargando así el tiempo de vida del sistema electrónico.

## **PALABRAS CLAVES**

### **Arduino**

Plataforma de hardware de código abierto programada con un entorno de desarrollo integrado IDE, que se basa en una placa de baquelita, en la que se encuentra un microcontrolador que procesa datos y los convierte en órdenes, que son enviados a pines de entrada y salida analógicos y digitales, en este caso un arduino nano v3.

### **Iluminación Frontal**

Sistema de iluminación automotriz que se enfoca en visualización del conductor en la vía, tanto en conducción nocturna, como conducción en ambientes adversos.

### **Neblina**

Gotas de agua suspendidas en el aire a baja temperatura.

### **Lluvia**

Gotas de agua que se precipitan a la superficie terrestre.

## **ABSTRACT**

The following project had as final result the design and implementation of an electronic system, which could monitor environmental factor changes that occur in the path of all drivers. These changes significantly affect the drivers' performance by reducing visibility, affecting their safety directly and of all companions, as well as the other drivers on the road. These adverse factors were: fog and rain, two of the most dangerous conditions when people drive. This electronic system was designed to increase the active safety of the vehicle, that in driving is necessary, not having to worry about the low visibility and the others manual lighting accessories. Therefore, the system automatically changes the color tone of light, from white to yellow, which is recommended by the responsible institutions for safety road.

By providing the vehicle with yellow lights was reduced the case of mist, known as white screen, which occurs due to the reflection of white light into the water particles suspended into air and in the case of rain. Less defined environment visions reduce the visibility of distance of all drivers. Thanks to the effect of this type of yellow light, the driver just can be aware for a comfortable and a safe driving.

The importance of this electronic system was a topic of technological innovation, which intervenes in the fifth lighting generation and active safety of the vehicle. Where intervened automation through reading and interpretation of values of relative humidity, temperature and rain in an arduino microcontroller, which was responsible for making decisions that were applied to the front vehicle lighting.

The sensors used were located in suitable locations for proper reading and beware of its internal elements, thereby extending the lifetime of the electronic system.



## KEYWORDS

### **Arduino**

Platform open source hardware programmed with an integrated development environment IDE, which is based on a Bakelite plate, which is a microcontroller that processes data and converts them into commands that are sent to input pins and analog output and digital, in this case an arduino nano v3.

### **Front Lighting**

Automotive lighting system that focuses on the driver's display on the road, in night driving, such as driving in adverse environments.

### **Fog**

Water droplets suspended in the air at low temperature.

### **Rain**

Water droplets that fall to the earth's surface.

## **INTRODUCCIÓN**

# 1. INTRODUCCIÓN

En condiciones climáticas adversas como: neblina y lluvia, el conductor debe adaptar al vehículo manualmente, con lo que se descuida la conducción, al verificar que luces están encendidas y en el caso de tener luces antiniebla las debe encender, por corto que este proceso represente se puede encontrar en una situación de peligro.

Para mejorar este aspecto se presenta un sistema electrónico para el cambio automático de iluminación frontal, que depende de los factores ambientales antes señalados, y como respuesta este sistema toma las acciones adecuadas, para adaptarse al medio, otorgando de esta manera un mayor confort visual y de seguridad para el conductor y sus acompañantes.

Este sistema resuelve con innovación y tecnología actual, el propósito de la Universidad Tecnológica Equinoccial, de ser una institución de investigación y desarrollo tecnológico, debido a esto se decide trabajar con un microcontrolador arduino, que se define como una pequeña computadora.

El sistema consta de un módulo de control automático arduino, que recibe señales de los diferentes sensores ubicados en la parte frontal del vehículo, las transforma en datos, el sistema los interpreta y realiza las correcciones necesarias para que la tonalidad de luz cambie según sea necesario.

Como es conocido, la neblina es un banco de gotas de agua suspendidas en el aire, como resultado se ve una pantalla blanca frente al conductor, y la luz normal genera que el haz de luz se difumine lo que genera una pantalla aún más grande, impidiendo que la carretera sea visible, la luz de tonalidad amarilla por su naturaleza monocromática genera que los rayos de luz penetren de mejor manera en el banco de neblina, logrando así una mejor visibilidad.

Una de las ventajas de la iluminación led es que por su tipo de funcionamiento ante la variación de temperatura toma una tonalidad diferente, con lo que se puede utilizar como luz blanca y bajo demanda pasa a ser de una tonalidad amarilla.

El objetivo principal del proyecto es diseñar y construir un sistema de iluminación frontal de un vehículo para el cambio automático de color de luces altas/bajas tipo led en función de neblina y lluvia.

Primero se determinan las condiciones actuales de iluminación de un vehículo, bajo diferentes factores externos en su movilidad, donde se utiliza el sistema de iluminación original de tipo halógeno, con lo que se observan las falencias en la visibilidad.

Luego se toman las mediciones de los sensores utilizados, se diseña y construye el sistema de iluminación frontal, para obtener como resultado el cambio automático de luz en situaciones adversas.

A continuación se instala el sistema en un vehículo, que se adapte a estas necesidades, para proceder con las pruebas de ruta.

Por último se analiza de los resultados en ruta, para verificar los cambios obtenidos en la iluminación frontal y que mejoras visuales se obtienen bajo condiciones adversas.

## **MARCO TEÓRICO**

## **2. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. FACTORES AMBIENTALES**

#### **2.1.1. NEBLINA**

La neblina es la condensación del vapor de agua, se encuentra a nivel del suelo, no es más que una porción de gotas de agua suspendidas en el aire, generando una disminución de la visibilidad horizontal al estar más juntas, generalmente la neblina y las nubes tienen similar aspecto y conformación estructural (CUADRAT & PITA, 2009).

##### **2.1.1.1. Tipos de neblina**

- **Neblina de radiación**

Se presenta cuando la temperatura del aire baja, entrando en contacto por medio de radiación con suelo frío (CUADRAT & PITA, 2009).

Debido a que la temperatura durante el día es más alta, más si existe la presencia del sol, la radiación del mismo genera que la neblina de la superficie o carretera se disipe o desvanezca y con ello la visibilidad horizontal se recupera, caso contrario, al existir temperaturas bajas por la poca presencia de radiación solar, la neblina será más consistente y permanecerá por mayor lapso de tiempo en el lugar (CUADRAT & PITA, 2009).

- **Neblina de advección**

Se presenta cuando corrientes de aire caliente se encuentran con capas de aire frío, ambas moviéndose horizontalmente (BALERIOLA & LEDESMA, 2003).

Debido a la densidad de cada una de estas capas se puede presentar dos tipos de contacto: cuando una capa de aire húmedo con alta temperatura entra en contacto con una superficie con baja

temperatura, y cuando una capa de aire con baja temperatura entra en contacto con una superficie con alta temperatura (CUADRAT & PITA, 2009).

El primer caso se presenta generalmente en zonas donde existe mar, el aire caliente circula sobre aguas a baja temperatura, dando como resultado una neblina densa con baja altura, su densidad se verá afectada por el cambio de las temperaturas del aire y del mar (CUADRAT & PITA, 2009).

- **Neblina de vapor**

Este es el segundo caso, donde se presenta neblina de baja densidad que se percibe como una pantalla de vapor humeante. Este caso se presenta cerca a los lagos donde el agua tiene una temperatura relativamente cálida, y el aire que pasa por encima está a una temperatura baja (CUADRAT & PITA, 2009).

- **Neblina de precipitación**

Se presenta en lugares donde existe lluvia, y la parte inferior de la nube tiene aire parcialmente seco, por consiguiente se generan gotas de agua que se van evaporando y con ello el vapor de agua se enfría hasta llegar al punto de rocío, dando como resultado final una capa de neblina (LEDEZMA JIMENO, 2011).

- **Neblina de ladera**

Se presenta en pendientes de montañas conocidos como laderas, donde se da un flujo de aire ascendente que va en contra de la ladera, llegando a la atmósfera, se convierte en una condensación de aire húmedo. Creando así una capa de neblina en su parte superior, y es por este fenómeno que las montañas o lugares altos se ven con una clase de nube plana a su alrededor (LEDEZMA JIMENO, 2011).

## **2.1.2. PRECIPITACIÓN**

Se presenta cuando gotas de agua se desprenden de las nubes terminando en la superficie terrestre conocida también como gotas de lluvia, estas se pueden presentar en forma líquida o sólida, la nubes se clasifican en dos tipos: nubes cálidas que superan los 0°C donde las precipitaciones son líquidas, y nubes frías que no superan los 0°C donde las precipitaciones se presentan como hielo también conocido como granizo (LEDEZMA JIMENO, 2011).

### **2.1.2.1. Proceso de precipitación**

Es la humedad que se presenta por condensación que llega a la superficie por acción de la gravedad, para ello las gotas deben cumplir algunos requisitos como: tener diámetro y peso suficiente para sobrepasar las fuerzas ascendentes que las mantienen dentro de la nube (LEDEZMA JIMENO, 2011).

De no cumplirse estos requisitos, las gotas se mantienen estáticas flotando en la nube (LEDEZMA JIMENO, 2011).

### **2.1.2.2. Cantidad de precipitación**

Se cuantifica por la suma de agua obtenida por un instrumento de medición llamado pluviómetro que es un recipiente graduado en milímetros, la medición se da lugar en la superficie terrestre o un lugar aledaño, obtenida en un día, con un informe estadístico por medio de resultados anuales, cuando la medición es inferior a 0,1 mm se considera como muestra imperceptible, debido a que el pluviómetro la capta como dato no verificable (CUADRAT & PITA, 2009).



### 2.1.2.3. Intensidad, duración y frecuencia de la precipitación

Se representa como la suma de lluvia obtenida en un intervalo de tiempo, estos datos se obtienen en lapsos de precipitación más cortos, generalmente tomado en milímetros por hora (CUADRAT & PITA, 2009).

Los datos obtenidos por el pluviómetro, que detallan en la tabla 1:

**Tabla 1.** Intensidad de precipitación.

TIPO DE PRECIPITACIÓN	INTENSIDAD	OBSERVACIÓN
Lluvia	Débil	< 2 mm/h
	Moderado	2.1 – 15.0 mm/h
	Fuerte	15.1 – 30.0 mm/h
	Muy fuerte	30.1 – 60.0 mm/h
	Torrencial	> 60.0 mm/h
Granizo	Débil	Percibido como parte de lluvia.
	Moderado	Se observa una capa blanca en el suelo.
	Fuerte	Se observa gránulos de hielo mayores a 6.5 mm de diámetro.

(CUADRAT & PITA, 2009)

### 2.1.2.4. Tipos de precipitación

Según el tipo de nube, sus características, temperatura, humedad e interacción con el entorno, las precipitaciones líquidas se presentan en los siguientes tipos (LEDEZMA JIMENO, 2011):

- **Llovizna**

Se presenta por la caída de numerosas gotitas de agua de alrededor de medio milímetro de diámetro perceptibles como gotas flotantes, debido a la baja velocidad a la que se mueven en el aire, parecen flotar (LEDEZMA JIMENO, 2011).

- **Lluvia**

Se presenta por la caída de gotas de agua superiores a medio milímetro de diámetro, su masa, raudal o magnitud de agua es

cambiante, lo que se percibe como aumento o disminución de cantidad de agua que cae en la superficie terrestre, y puede tardar varios minutos en condiciones normales (LEDEZMA JIMENO, 2011).

- **Chubascos de agua**

Se presenta como una gran cantidad de agua, que se precipita con mayor violencia, velocidad y diámetro de las gotas, los chubascos se pueden dar súbitamente y desaparecer de la misma manera, se los distingue también como aguacero, en poco tiempo se puede llegar a generar una gran aglomeración de agua en un mismo lugar, lo que se conoce como inundación (LEDEZMA JIMENO, 2011).

- **Granizo**

Se presenta cuando las gotas de agua se congelan, al desprenderse de la nube se convierten en gránulos de hielo de color blanco, que al llegar a la superficie siguen en estado sólido y no se desintegran. Cuando se presentan gránulos de hielo más grandes de lo normal, por su composición llegan a desintegrarse al momento de impactar con la superficie (LEDEZMA JIMENO, 2011).

### **2.1.3. TEMPERATURA**

Se define como sensación de calor o frío en la atmósfera o en un cuerpo, es medida en grados Celsius o centígrados (°C), que está dividida entre temperaturas de congelación y de ebullición del agua en 100 partes idénticas (VALLÉE, 2006).

Otra escala es la de Fahrenheit (°F), ésta mide la diferencia entre los puntos de fusión y de ebullición del agua en 180 partes idénticas. (VALLÉE, 2006)

Y por último la escala de Kelvin (K), que alarga la medida de la anterior hasta el cero absoluto, ésta se caracteriza por la ausencia total de energía calórica (VALLÉE, 2006).

La temperatura se mide con un instrumento conocido como termómetro que está formado por un tubo graduado de cristal que en su interior posee

mercurio o alcohol, que al elevar temperatura se expande y señala en la escala la temperatura actual (LEDEZMA JIMENO, 2011).

Debido a que el aire es un pésimo conductor de temperatura, las capas aledañas al suelo se calientan, y las más lejanas no, pero cuando existe la presencia de una corriente de aire que revuelva estas capas, se percibe el calor que emana del suelo (CENGEL, 2011).

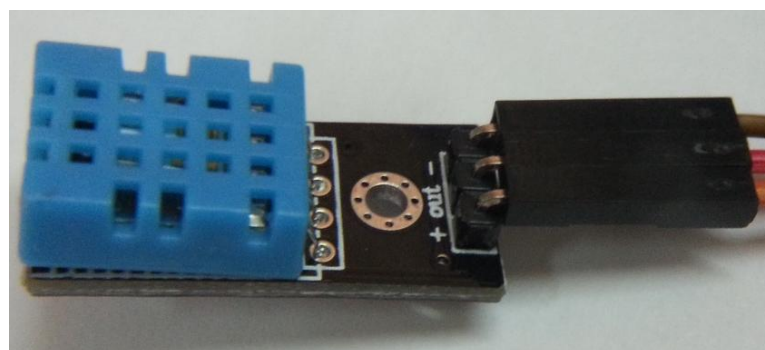
En lugares con vegetación o césped la temperatura es más baja, esto se origina porque el terreno mantiene humedad en su interior, ésta se elimina por medio de evaporación (VALLÉE, 2006).

#### **2.1.4. HUMEDAD**

Humedad relativa se define como la cantidad de vapor de agua contenida en un ambiente, se mide el porcentaje que fluctúa en función del vapor de agua, este valor nunca puede ser mayor a 100%, aún si se presenta en ambiente frío o cálido (VALLÉE, 2006).

En ocasiones el aire frío posee menos vapor de agua que el aire caliente, debido a este fenómeno el líquido se evapora con mayor agilidad en situaciones de temperatura alta (VALLÉE, 2006).

La humedad se mide con un dispositivo electrónico similar al que se observa en la figura 1, conocido como sensor de humedad y temperatura, funciona por medio de conductividad, al variar el voltaje, este emite una señal convertida en cantidades numéricas, como son: humedad relativa en porcentaje (%) y temperatura en grados centígrados (°C) (VALLÉE, 2006).



**Figura 1.** Sensor de humedad y temperatura dht11.

Al no poder eliminar el vapor de agua del ambiente, éste se transforma en neblina, que son gotas de agua que flota en el aire. En días secos o soleados el porcentaje de humedad relativa medida es de alrededor de 20%, caso contrario en días con presencia constante de neblina o lluvia donde la humedad relativa medida puede llegar a ser 100% (VALLÉE, 2006).

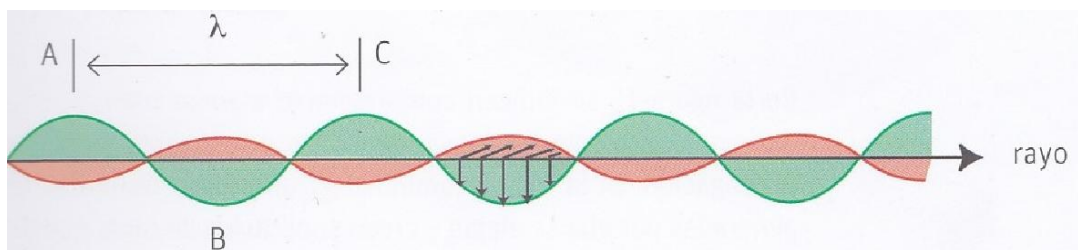
## 2.2. LUZ E ILUMINACIÓN

Las cosas que vemos arrojan un haz de luz directamente a nuestros ojos, en otras ocasiones las vemos por el reflejo que envían otros elementos, dichos elementos generan color y esto se debe a la percepción humana y sus habilidades sensoriales (TORNQUIST, 2008).

### 2.2.1. LA LUZ

En el siglo XIX Heinrich Hertz demostró, que la luz era una onda electromagnética, formada por la presencia de campos eléctricos que viajan en el vacío a velocidad de la luz, que llega a los 300.000 km/s (SERWAY & VUILLE , 2013).

La cantidad de oscilaciones por segundo se le conoce como frecuencia ( $\nu$ ), la distancia por la que pasa una onda en un lapso de tiempo se le conoce como longitud de onda ( $\lambda$ ). El espacio entre oscilación y oscilación se le denomina periodo (T), representado en la figura 2 se visualiza que la frecuencia va de cresta a cresta pasando por un valle (TORNQUIST, 2008).



**Figura 2.** Onda Electromagnética.  
(TORNQUIST, 2008)

Las ondas electromagnéticas emanan una gama amplia de frecuencias, comenzando por las ondas de radio de largo alcance, llegando a las ondas de mínimo alcance (TORNQUIST, 2008).

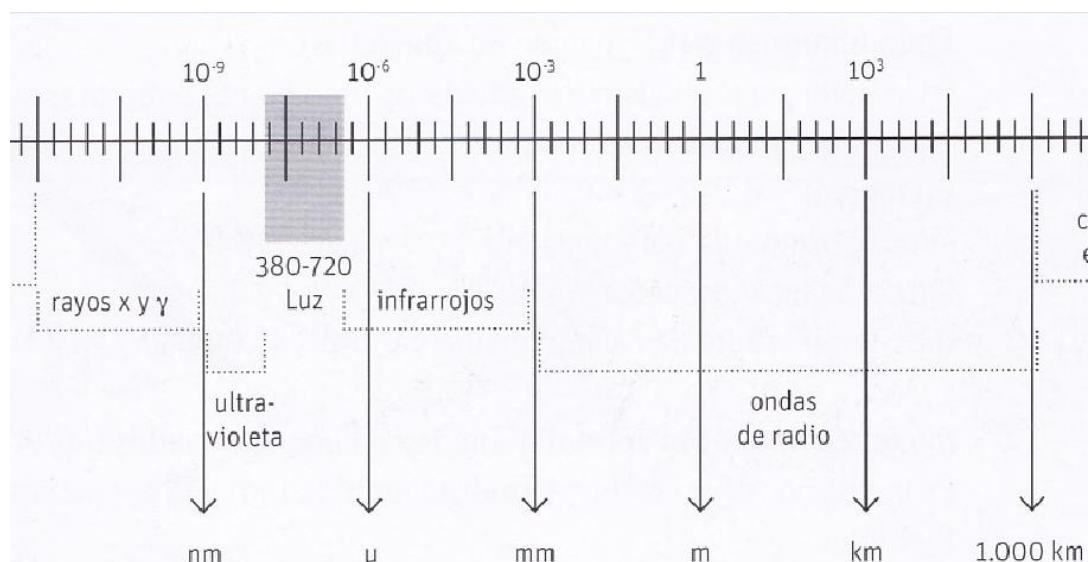
La pequeña porción de ondas que se logra visualizar en el espectro lumínico, van de los 380nm a los 800nm, las ondas que están debajo de los 380nm se denominan radiaciones ultravioleta, y las ondas que están por encima de los 800nm se denominan radiaciones infrarrojas (TORNQUIST, 2008).

La luz blanca que observamos está conformada por tres grupos importantes de radiación que dan como resultado luz visible, al desintegrarse cada uno de estos colores adquiere una función importante en la iluminación (TORNQUIST, 2008).

Estos colores son: el azul, amarillo, y rojo. Cada uno con un rango de longitud de onda, que se detalla a continuación (TORNQUIST, 2008):

- Azul: Va de los 380nm a los 400nm de longitud de onda.
- Amarillo: Va entre los 510nm en la noche y los 555nm en el día.
- Rojo: Va de los 700nm a los 800nm de longitud de onda.

En la figura 3 se visualiza la longitud de onda de la luz visible, con sus frecuencias electromagnéticas.



**Figura 3.** Gama de frecuencias del campo electromagnético.

(TORNQUIST, 2008)

### 2.2.1.1. Medidas fotométricas

- **FLUJO LUMINOSO ( $\Phi$ )**

Toda fuente de luz visible genera potencia palpable, se cuantifica en Lumen (lm) que es la suma de luz despedida en un lapso de tiempo (TORNQUIST, 2008).

- **INTENSIDAD LUMINOSA (I)**

Toda fuente de luz visible genera energía de radiación visible dirigida a un punto predefinido, la intensidad mide la concordancia que existe entre el punto de origen de la luz y la pantalla que recibe dicha radiación, se cuantifica en candelas (cd), para ello es importante que la lámpara posea una forma adecuada para que la luz se enfoque dónde debe (RUEDA SANTANDER, 2010).

- **ILUMINACIÓN (E)**

Toda fuente de luz visible genera un flujo radiante admitido en un área superficial, se cuantifica en lux (lx), que equivale a un lumen por metro cuadrado ( $1 \text{ lx} = 1 \text{ lm} / 1 \text{ m}^2$ ) (TORNQUIST, 2008).

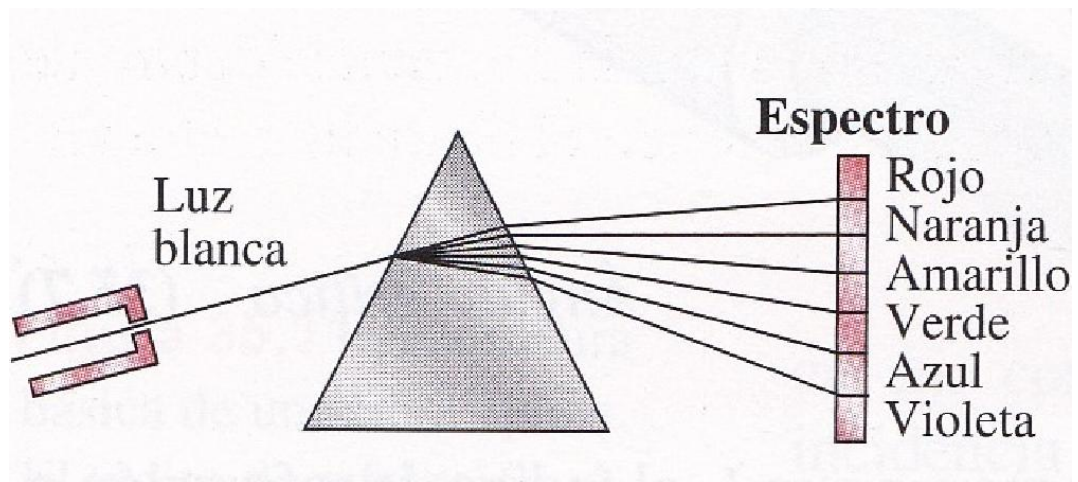
Tiene que ver con la sensibilidad del ojo humano a la luz, en el caso de la conducción, industrias, salud, iluminación general, iluminación interior, entre otras (TORNQUIST, 2008).

Se detallan a continuación algunos ejemplos de iluminación:

- Sala de hogar iluminado adecuadamente: 50 lux.
- Mesas de trabajo, administrativo: de 400 lux a 700 lux.
- Quirófanos (general): de 300 lux a 1000 lux.
- Quirófanos (mesa de operaciones): de 3000 lux a 8000 lux.
- Área de producción (alta precisión): de 1000 lux a 5000 lux.
- Área de producción (mediana precisión): de 600 lux a 2000 lux.
- Área de producción (baja precisión): de 300 lux a 800 lux.
- Talleres de montaje de piezas pequeñas: de 500 lux a 1200 lux.
- Talleres de montaje de piezas medianas: de 350 lux a 1000 lux.
- Bancos de pruebas y maquinas: de 1000 lux a 3000 lux.
- Zona de embalaje: de 100 lux a 400 lux.

### 2.2.1.2. Espectros de emisión

La visión del ser humano distingue la luz como la suma de diferentes longitudes de onda que en ella existen, para descomponer la luz combinada se emplea un prisma como se observa en la figura 4 que genera un espectro de composición característico de cada tipo de color y tipo de luz (TORNQUIST, 2008).

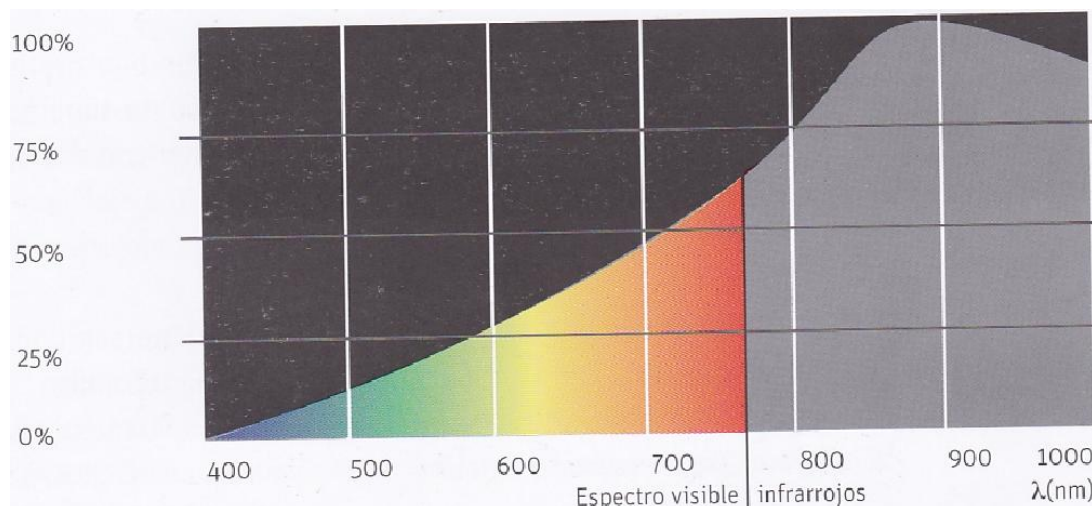


**Figura 4.** Descomposición de luz por medio del prisma.

(TIPPENS, 2007)

Las radiaciones emitidas por los elementos que elevan su temperatura hasta la incandescencia, como las bombillas que poseen una fibra de tungsteno para generar luz, además producen espectros de emisión, donde se puede diferenciar las ondas visibles y por medio de dispositivos electrónicos las ondas no visibles como son las infrarrojas y las ultravioleta (TORNQUIST, 2008).

Al encender una bombilla las primeras ondas que se presentan son las del espectro infrarrojo, como se observa en la figura 5, incrementando su temperatura hasta llegar poco a poco al espectro visible pasando de color rojo a naranja, amarillo, verde, azul, y violeta sucesivamente, llegando finalmente al momento en que el espectro está completo a unos 1600°K (TORNQUIST, 2008).



**Figura 5.** Espectro de emisión de una bombilla incandescente.  
(TORNQUIST, 2008)

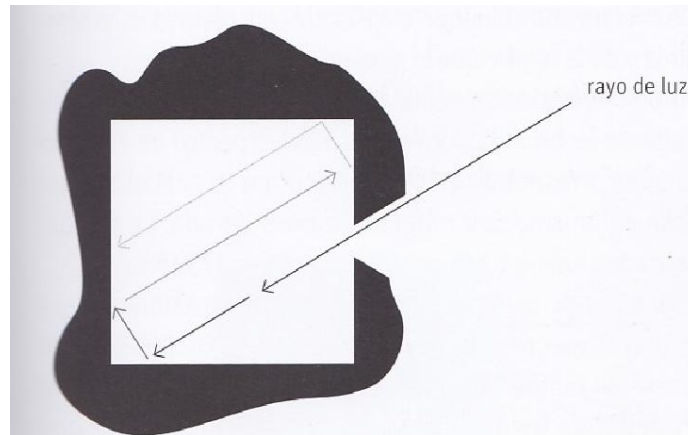
Al combinar las longitudes de ondas generan una noción cromática que simplifica el color, con lo que ya no se piensa en colores individuales sino como uno solo al sumar las diferentes radiaciones, y es de aquí que nace el color blanco como resultado de la suma estable de frecuencias del espectro visible (TORNQUIST, 2008).

### 2.2.1.3. Cuerpo negro y temperatura de color

Todo cuerpo tiene la capacidad de recibir y formar parte de su entorno electromagnético, al elevar su temperatura emite energía, con lo que se demuestra que todo elemento tiene la aptitud de enviar, como de recibir radiación (TORNQUIST, 2008).

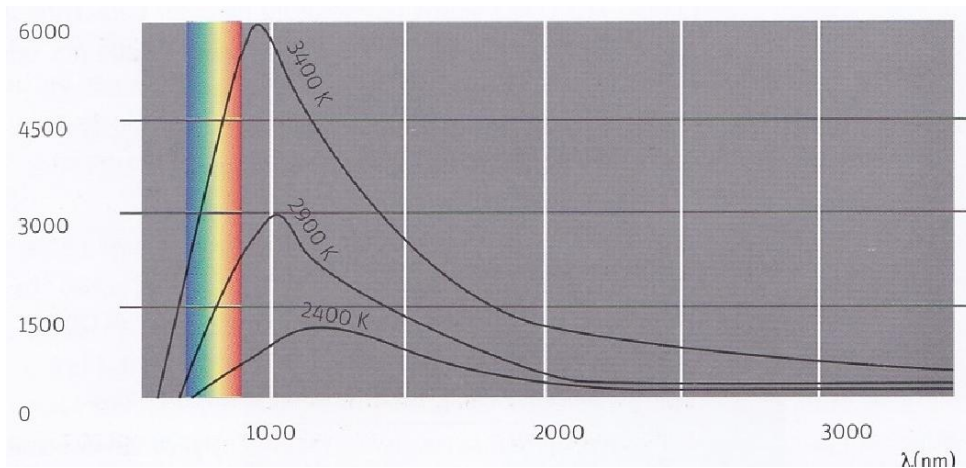
Por otro lado existen elementos que poseen una cavidad en su estructura, conocido como “cuerpo negro” que recibe diversos tipos de radiación en su interior sin devolver ninguna de ellas como se puede ver en la figura 6, y es por esta razón que al iluminar un bache en la carretera solo se puede apreciar un espacio sin luz, ya que todos los rayos que ingresan en su interior se van debilitando hasta llegar a desaparecer (TORNQUIST, 2008).





**Figura 6.** Cuerpo negro.  
(TORNQUIST, 2008)

En la figura 7 se puede entender de mejor manera lo expresado anteriormente, donde la emisión de energía será igual a la temperatura que posea el cuerpo negro, siendo así un cuerpo con un alto coeficiente de absorción de luz, como respuesta emitirá varias radiaciones, pero al alcance de su temperatura de color, como se observa las temperaturas se desfasan del espectro visible (TORNQUIST, 2008).

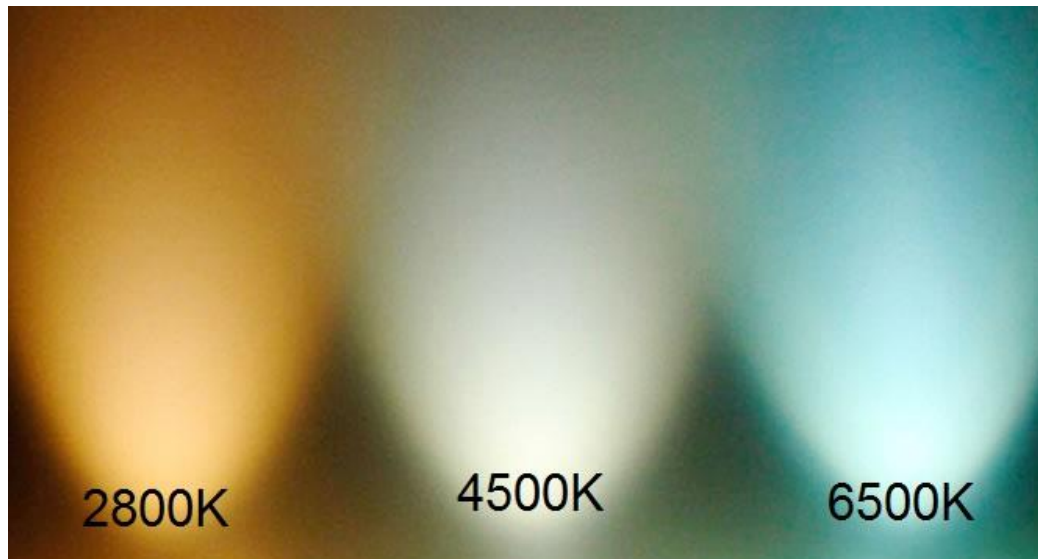


**Figura 7.** Cuerpo negro a diferentes temperaturas.  
(TORNQUIST, 2008)

Con esto se demuestra que la temperatura tiene mucho que ver con el tipo de radiación percibida, con lo que a mayor temperatura, mayor emisión de radiación se obtiene, es decir que todo cuerpo al calentarse desencadena un aumento en la emisión de radiación infrarroja, pasando por la gama de

radiación de luz desde rojo llegando finalmente al blanco con un tinte de azulado (TORNQUIST, 2008).

La idea de temperatura de color se define entonces como la capacidad sensorial para percibir una tonalidad de luz como se observa en la figura 8, partiendo de un espectro de emisión continuo, el color y tonalidad cambia al variar las características de temperatura (RUEDA SANTANDER, 2010).



**Figura 8.** Temperatura de calor.  
(TREND ILUMINACIÓN , 2012)

Se considera una luz cálida a un espectro de luz con temperatura de color baja, por otro lado se considera una luz fría a un espectro de luz con temperatura alta (TORNQUIST, 2008).

Para el color blanco las temperaturas de color son:

- Blanco cálido: 2800K
- Blanco neutro: 4500K
- Blanco Frío: 6500K

## **2.3.CIRCUITOS ELÉCTRICOS**

Un circuito eléctrico está compuesto por generadores, medios de transporte de corriente, cableado, interruptores, cortacircuitos, consumidores, entre otros. En los automóviles el medio más común de transporte de corriente es

toda parte metálica como carrocería, bastidor, siendo esta la parte negativa de la batería que se la distingue como masa (HERMOSA DONANTE, 2007).

“Se llama circuito eléctrico al conjunto de elementos necesarios para que se establezca una corriente eléctrica.” (ALONSO PÉREZ, 2007).

La norma DIN 72552 (anexo 1) presenta una estandarización de símbolos y códigos para la designación de conexiones y una ágil ubicación para lámparas, pines de conexión, bornes, entre otros, con lo que se describe de forma técnica un circuito eléctrico (MECANICA AUTOMOTRIZ FÁCIL, 2006).

Se define como circuito eléctrico al compendio de elementos enlazados entre sí, los mismos que permiten a la corriente una circulación ordenada y lógica para dar como resultado final el funcionamiento de una bombilla, el sonido de un claxon, o simplemente la activación de un relé

(MECANICA AUTOMOTRIZ FÁCIL, 2006).

### **2.3.1. COMPONENTES DE UN CIRCUITO**

Para que un circuito eléctrico funcione correctamente, tenemos un número básico de elementos conocidos como: fuente de energía, dispositivos de protección, conductor de energía, consumidores, y finalmente masa o tierra. Por otro lado tenemos elementos secundarios para formar un circuito eléctrico como se detalla mas adelante

(MECANICA AUTOMOTRIZ FÁCIL, 2006).

#### **2.3.1.1. Fuente de energía**

Es el principal encargado de abastecer al circuito de la energía necesaria para cumplir su función, conocido también como acumulador, o batería como se visualiza en la figura 9. Por medio del movimiento de electrónes que pasan por el conductor en este caso el cableado

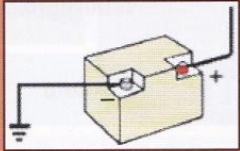
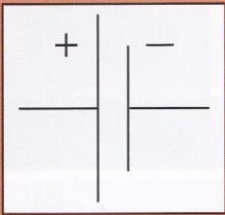

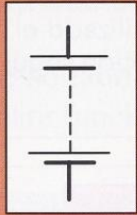
(MECANICA AUTOMOTRIZ FÁCIL, 2006).



**Figura 9.** Fuente de energía.

Las baterías automotrices disponen de seis vasos de dos voltios cada una, que como resultado otorgan doce voltios al circuito (ROS MARÍN & BARRERA DOBLADO, 2011).

La simbología más común para baterías se representa con una línea larga con el símbolo positivo y otra corta con el símbolo negativo, existiendo variantes como varias líneas largas y cortas intercaladas para expresar cada uno de los vasos como se puede visualizar en la figura 10 (ROS MARÍN & BARRERA DOBLADO, 2011).

Elemento	Simbología		
Bateria 			

**Figura 10.** Simbología de baterías.  
(ROS MARÍN & BARRERA DOBLADO, 2011)

### 2.3.1.2. Dispositivos de protección

Son los encargados de proveer protección al circuito de valores anómalos de corriente y voltaje, cortando el paso de electrones por el conductor, impidiendo que el circuito se vea afectado, conocidos como fusibles, estos se consiguen en diferentes tamaños y capacidades como se visualiza en la figura 11 (ALONSO PÉREZ, 2007).



**Figura 11.** Dispositivos de protección.

También se los conoce como protección para los consumidores eléctricos y electrónicos de los diferentes sistemas del vehículo de sobrecargas eléctricas (GIL, 2007).

La simbología más común para dispositivos de protección se representa con una línea sea recta u oscilante como se visualiza en la figura 12, que representa a la sección de metal que resiste la mitad de la intensidad nominal para la que fue calibrada, si ésta excede el valor máximo, la sección metálica eleva su temperatura hasta volverse incandescente y posteriormente destruirse o como mejor se conoce, se funde el fusible (ROS MARÍN & BARRERA DOBLADO, 2011).



**Figura 12.** Simbología de fusibles.  
(ROS MARÍN & BARRERA DOBLADO, 2011)

La capacidad de protección de los fusibles se expresa en la figura 13, en la que se distingue el color al que esta vinculado a su amperaje máximo de funcionamiento (ROS MARÍN & BARRERA DOBLADO, 2011).

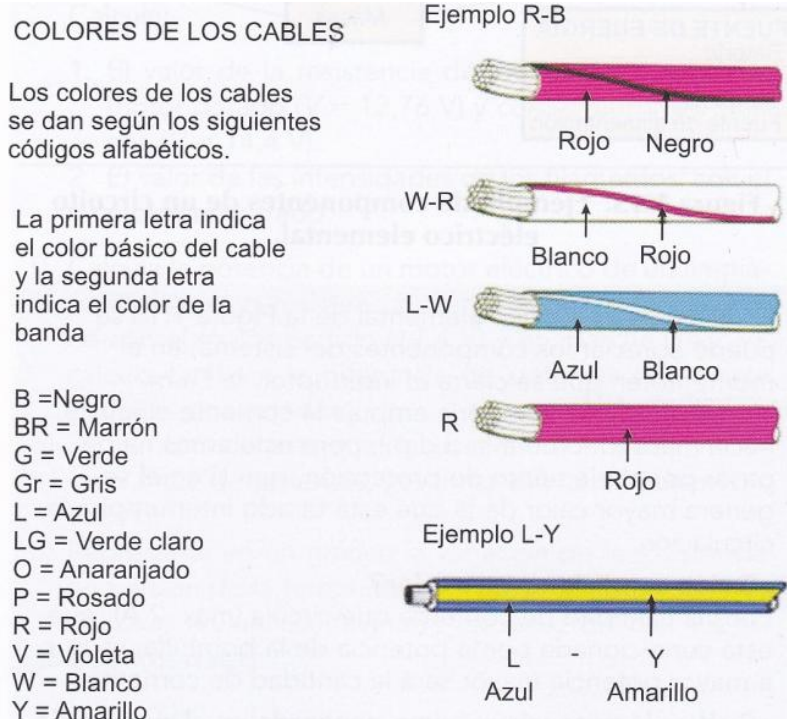
Intensidad (A)	Color
1	Negro
2	Neutro/gris
3	Violeta
4	Rosa
5	Naranja
7,5	Marrón
10	Rojo
15	Azul
20	Amarillo
25	Blanco/transparente
30	Verde

**Figura 13.** Código de color de fusibles.  
(ROS MARÍN & BARRERA DOBLADO, 2011)

### 2.3.1.3. Conductor de energía

Es el encargado de transportar la corriente eléctrica con facilidad, conocido como cableado, es la ruta más factible para que la energía llegue a los consumidores y otros elementos eléctricos (MECANICA AUTOMOTRIZ FÁCIL, 2006).

Todo fabricante se vale de un código de color para sus vehículos, que se expresa en un manual de taller, el mismo posee abreviaciones para la identificación y ágil ubicación de los mismos como se visualiza en la figura 14 y 15 (ROS MARÍN & BARRERA DOBLADO, 2011).



**Figura 14.** Código de color de cableado TOYOTA.  
 (ROS MARÍN & BARRERA DOBLADO, 2011)



**Figura 15.** Código de color de cableado SEAT.  
 (ROS MARÍN & BARRERA DOBLADO, 2011)

#### **2.3.1.4. Consumidores**

Son los encargados de producir una acción valiéndose de la energía eléctrica que pasa por ellos, la convierte en una energía resultante como en el caso de la figura 16, en la que se visualiza una bombilla de iluminación frontal H4, que es la que genera luz para la conducción nocturna, en otros casos un motor que mueve las plumas que eliminan la lluvia de los parabrisas, un sensor que puede medir temperatura, velocidad, revoluciones del motor, o simplemente el radio del vehículo (MECANICA AUTOMOTRIZ FÁCIL, 2006).



**Figura 16.** Consumidor.

#### **2.3.1.5. Masa o tierra**

Es la encargada de transportar la energía negativa del sistema, en la teoría del electrón, desde donde parten los electrones, para llegar a la parte positiva del circuito concluyendo su trayectoria, generando como resultado que un consumidor funcione, es importante aislarla de los cables de energía debido a que está presente en todo el vehículo (MECANICA AUTOMOTRIZ FÁCIL, 2006).

#### **2.3.1.6. Relés**

Son los encargados de generar la conexión controlada de un circuito, accionados por una corriente pequeña, comunican con la fuente por medio de un circuito independiente, para evitar que la corriente sea excesiva para un sistema que controla alguna función como la iluminación, afectándolo

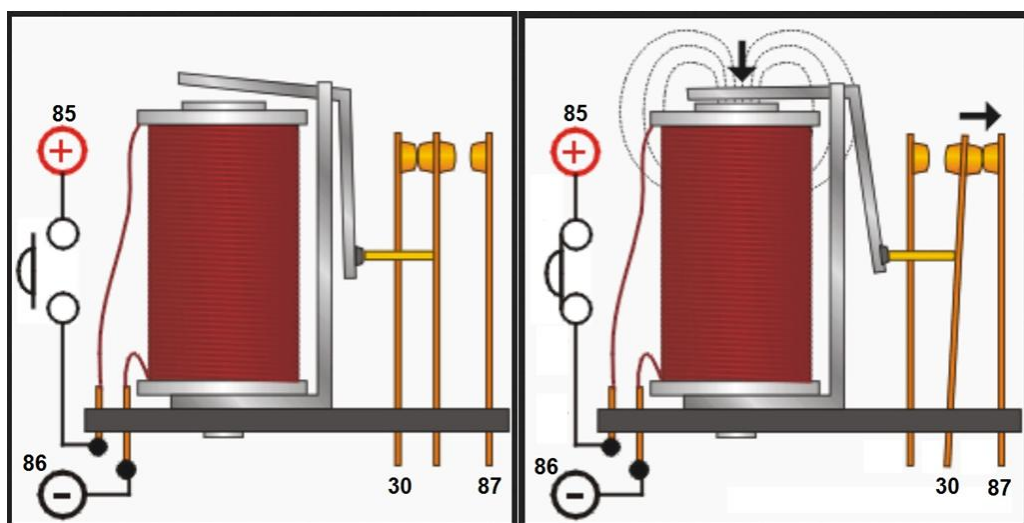


irremediablemente, lo negativo de este interruptor mecánico es que al poseer partes móviles, resulta lento en su accionamiento con relación a los transistores de accionamiento ágil. En la figura 17, se puede visualizar un relé de 5 terminales (MECANICA AUTOMOTRIZ FÁCIL, 2006).



**Figura 17.** Relé automotriz.

La mayoría de sistemas y circuitos del automóvil son comandados por relés, los que se accionan la bobina principal con una pequeña corriente que ingresa por el pin 85 y sale por la masa del pin 86, con lo que se produce un campo electromagnético que atrae el yunque que comunica el pin 30 procedente de la batería con el pin 87 como se ve en la figura 18, lo que da como resultado la operación de consumidores de gran consumo de corriente eléctrica, al finalizar su función el dispositivo regresa a su estado inicial (MORALES ROSALES & PATIN SANDOVAL, 2011).



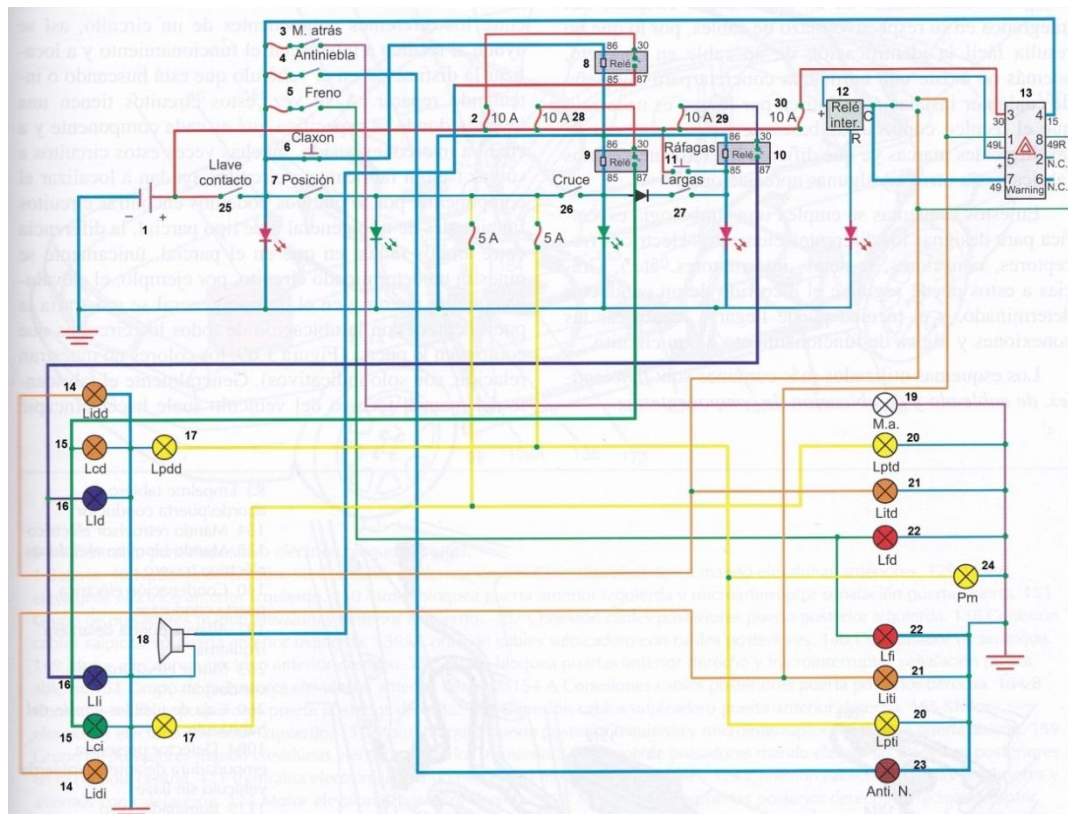
**Figura 18.** Funcionamiento del relé.

(CREATIVE COMMONS, 2011)

## 2.4. ILUMINACIÓN FRONTAL DEL VEHICULO

El reglamento de seguridad internacional determina el número, ubicación y capacidad de lámparas exteriores en Europa, en el caso de ser exportados a otros países fuera de este continente, los países que los reciben deben generar una solicitud de homologación para el acondicionamiento y posterior circulación interna (ROS MARÍN & BARRERA DOBLADO, 2011).

Los vehículos están equipados con un sistema de iluminación frontal, el mismo que dispone de un par de luces que están normadas por reglamentos de seguridad internacional. En la figura 19 se puede visualizar el diagrama eléctrico de iluminación de un vehículo (HELLA, 2014).



**Figura 19.** Diagrama eléctrico de iluminación.

(ROS MARÍN & BARRERA DOBLADO, 2011)

Se detalla según la norma DIN 72552 las abreviaturas de la figura anterior:

- 1.- Batería
  - 2.- Fusible del claxon
  - 3.- Interruptor luz de marcha atrás
  - 4.- Interruptor luz antiniebla
  - 5.- Interruptor luz de freno
  - 6.- interruptor del claxon
  - 7.- Interruptor luz de posición
  - 8.- Relé del claxon
  - 9.- Relé de luces cortas
  - 10.- Relé de luces largas
  - 11.- Interruptor de ráfaga de luces (56d)
  - 12.- Relé luces de dirección
  - 13.- Flasher (relé) de luces de emergencia
  - 14.- Bombillas de luces de dirección delanteras (57L y 57R)
  - 15.- Bombillas de luz de cruce (56b)
  - 16.- Bombillas de luz de carretera (56a)
  - 17.- Bombillas de luz de posición delanteras (58R)
  - 18.- Claxon
  - 19.- Bombilla de luz marcha atrás
  - 20.- Bombillas de luz de posición traseras (58R)
  - 21.- Bombillas de luces de dirección posterior (57L y 57R)
  - 22.- Bombillas de luz de freno (54)
  - 23.- Bombilla de luz antiniebla (55)
  - 24.- Bombilla de luz de matrícula (58)
  - 25.- Llave de contacto
  - 26.- Interruptor de luz de cruce
  - 27.- Interruptor de luz de carretera
  - 28.- Fusible de luz de cruce
  - 29.- Fusible de luz de carretera
  - 30.- Fusible de luces de dirección y emergencia
- (NORMA DE LA INDUSTRIA ALEMANA, 2013).

La codificación de colores de la figura anterior según la norma DIN 72552 son los siguientes:

- **Rojo:** Entrada de directa desde el borne positivo de la batería
- **Celeste:** Cableado para los diferentes circuitos
- **Naranja:** Circuito para luz de dirección y emergencia (57L y 57R)
- **Verde:** Circuito de luz de cruce (56b) y luz de freno (54)
- **Violeta:** Circuito de luz de carretera (56a)
- **Magenta:** Circuito de luz marcha atrás
- **Amarillo:** Circuito de luz de posición y luz de matrícula (58)

#### **2.4.1. TIPOS DE CONMUTACIÓN**

Para que un vehículo pueda circular por las carreteras debe tener combinaciones de luces frontales de cruce, carretera y otros accesorios, por ello se crean tres clases de conmutación

(ROS MARÍN & BARRERA DOBLADO, 2011).

- **CONMUTACIÓN DE LUCES TIPO I**

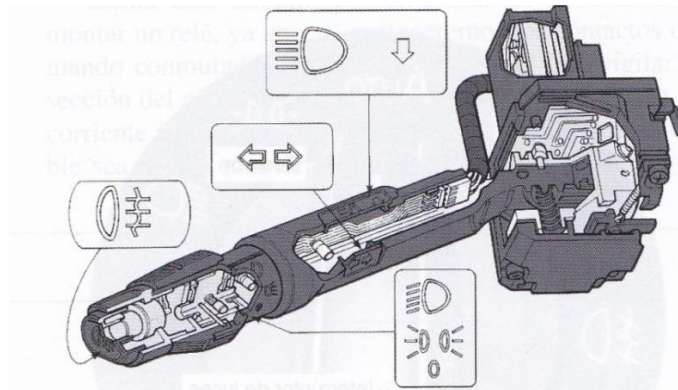
Este tipo de conmutación dispone de mandos separados para cada característica de iluminación, esta se presenta en vehículos antiguos (ROS MARÍN & BARRERA DOBLADO, 2011).

- **CONMUTACIÓN DE LUCES TIPO II**

Este tipo de conmutación dispone de mandos independientes para ráfaga de luces y luces de dirección, los mandos restantes están situados en la parte izquierda del tablero detrás del volante (ROS MARÍN & BARRERA DOBLADO, 2011).

- **CONMUTACIÓN DE LUCES TIPO III**

Este tipo de conmutación dispone de un mando común para todas las funciones de iluminación como se visualiza en la figura 20 (ROS MARÍN & BARRERA DOBLADO, 2011).



**Figura 20.** Conmutación de luces tipo III.  
(ROS MARÍN & BARRERA DOBLADO, 2011)

## 2.4.2. TIPOS DE ILUMINACIÓN FRONTAL

Los sistemas de iluminación frontal del todo vehículo se dividen en dos clases, para poder identificarlos de mejor manera (ROS MARÍN & BARRERA DOBLADO, 2011).

- **ILUMINACIÓN FRONTAL DE ALUMBRADO**

En esta clase se encuentran las luces de posición, luces de cruce, luces de carretera, antiniebla y las ráfagas de luz, que sirven para la visualización de la vía, y conducción en condiciones adversas como son la neblina, lluvia, nubes de polvo, etc (ROS MARÍN & BARRERA DOBLADO, 2011).

- **ILUMINACIÓN FRONTAL DE SEÑALIZACIÓN Y EMERGENCIA**

En esta clase se encuentran las luces de dirección y emergencia, que sirven para informar a otros conductores que se procede a curvar o que existe una situación de peligro más adelante (ROS MARÍN & BARRERA DOBLADO, 2011).

La seguridad activa de un vehículo tiene como punto primordial la iluminación frontal, debido a su importancia en cuanto a visibilidad se refiere, y es por esto que se provee a los vehículos de lámparas proyectoras que albergan en su interior bombillas responsables de la generación de luz corta, luz de carretera, luz de posición, y luces de dirección (ROS MARÍN & BARRERA DOBLADO, 2011).

“El tamaño, posición, separación y potencia de estas luces, están regulados internacionalmente, así como el uso de faros auxiliares, de niebla, etc.” (ALONSO PÉREZ, 2007).

La tabla 2 puntualiza la clasificación de iluminación frontal del automóvil, siendo de color amarillo de fábrica en países con presencia constante de neblina.

**Tabla 2.** Iluminación frontal del automóvil.

DESCRIPCIÓN	NUMERO	COLOR DE BOMBILLA
Luz de posición	Dos	Blanca
Luz de cruce	Dos	Blanca/Amarilla
Luz de carretera	Dos	Blanca/Amarilla
Luz antiniebla	Dos	Blanca/Amarilla
Luz de dirección	Dos	Ámbar

(ARIAS MUÑOZ, 2016)

#### 2.4.2.1. Luz de posición

Tienen la tarea de presentar las dimensiones del vehículo al resto del tráfico a una distancia menor a 100 metros, además de proveer seguridad al vehículo al ser visto en situaciones de baja visibilidad, las bombillas especificadas para este cometido son de 5 vatios (ROS MARÍN & BARRERA DOBLADO, 2011).

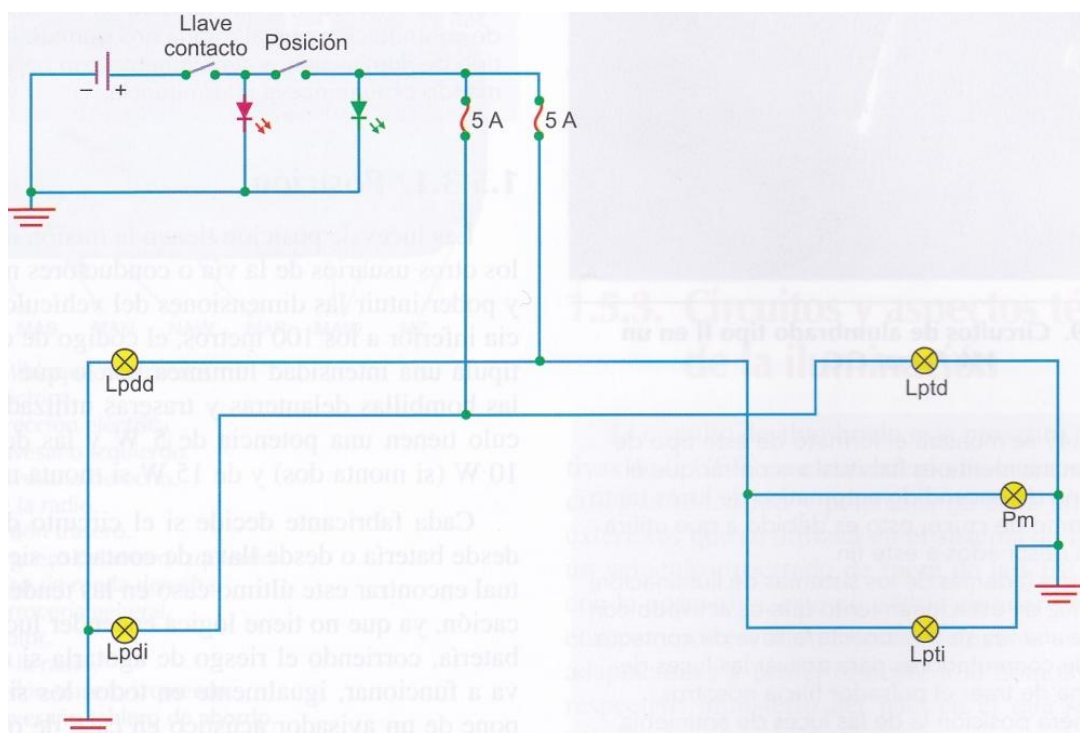
En la figura 21 se visualiza el mando de luces en conducta de luz de posición de un vehículo Hyundai Getz.



**Figura 21.** Mando en conducta de luz de posición.

Estas luces, ubicadas en la parte frontal del vehículo deben difundir luz blanca o ámbar, además deben estar situadas dentro de los proyectores principales, o en un lugar cercano a estas, según el fabricante lo designe, también depende del país en el que sea distribuido para su circulación (LÓPEZ CÁRDENAS & DÁVILA MARÍN, 2011).

En la figura 22 se visualiza el circuito básico de luz de posición, con protección cruzada, para asegurar que en caso de sobrecarga, el vehículo no se quede sin este importante tipo de iluminación frontal (ROS MARÍN & BARRERA DOBLADO, 2011).



**Figura 22.** Circuito básico de luz de posición.

(ROS MARÍN & BARRERA DOBLADO, 2011)

#### 2.4.2.2. Luz de cruce (56b)

Tienen la tarea de iluminar alrededor de 65 metros de la ruta, cuando la oscuridad o factores como lluvia y neblina impiden una adecuada visibilidad, las bombillas especificadas para este cometido son de 55 vatios en el caso de ser halógenas y de 36 vatios en el caso de ser de tipo led, su flujo

luminoso máximo debe ser de 1000 lumen en el caso de ser halógenas y de 3200 lumen en el caso de ser de tipo led

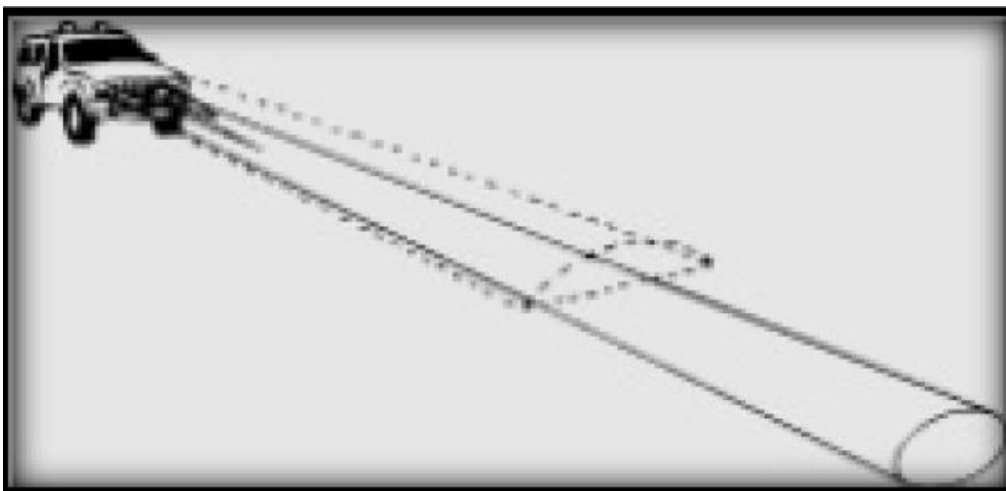
(ROS MARÍN & BARRERA DOBLADO, 2011).

En la figura 23 se visualiza el mando de luces en conducta de luz de cruce de un vehículo Hyundai Getz.



**Figura 23.** Mando en conducta de luz de cruce.

En la figura 24 se visualiza el haz de luz de cruce, que ayuda a no deslumbrar a otros conductores además de iluminar la ruta.



**Figura 24.** Haz de luz de cruce.

(ARIAS MUÑOZ, 2016)

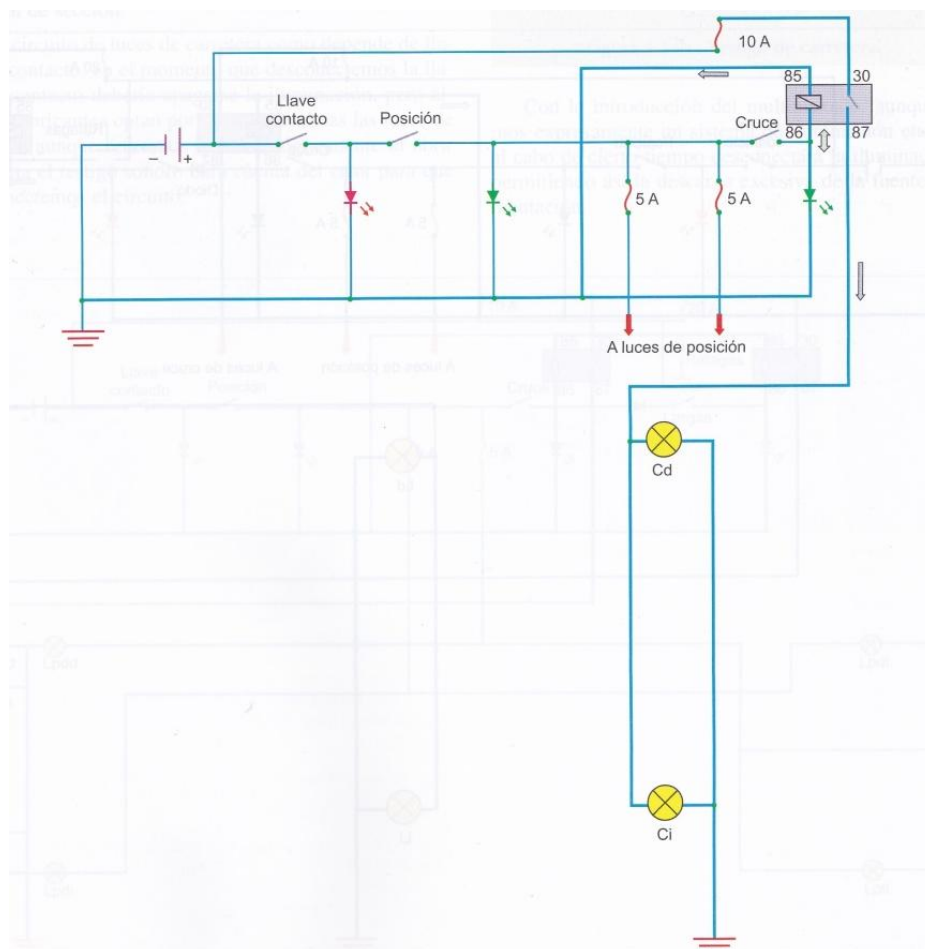


En la figura 25 se visualiza en las lamparas principales, la luz de cruce.



**Figura 25.** Luz de cruce encendida.

En la figura 26 se visualiza el circuito de luz de cruce, el mismo esta dotado de un fusible de 15A, ya que la carga normal de este circuito pasa de los 9A (ROS MARÍN & BARRERA DOBLADO, 2011).



**Figura 26.** Circuito de luz de cruce.

(ROS MARÍN & BARRERA DOBLADO, 2011)

### 2.4.2.3. Luz de carretera y rafagas de luz (56a)

Tienen la tarea de iluminar alrededor de 100 metros de la ruta, cuando la oscuridad o factores como lluvia y neblina impiden una adecuada visibilidad, las bombillas especificadas para este cometido son de 60 vatios en el caso de ser halógenas y de 40 vatios en el caso de ser de tipo led, su flujo luminoso máximo debe ser de 1900 lumen en el caso de ser halógenas y de 3300 lumen en el caso de ser de tipo led

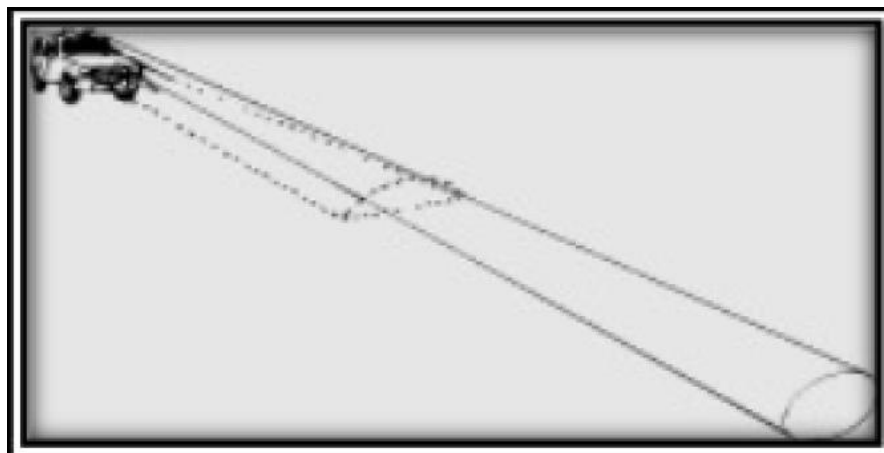
(ROS MARÍN & BARRERA DOBLADO, 2011).

En la figura 27 se visualiza el testigo de luz de carretera en luz azul, en este momento permanecen encendidas las bombillas de luz de cruce más las bombillas de luz de carretera.



**Figura 27.** Testigo de luz de carretera.

En la figura 28 se visualiza el haz de luz de carretera, que entrega una visibilidad más extensa de la ruta, al proyectar un haz de luz centrado de largo alcance (ARIAS MUÑOZ, 2016).



**Figura 28.** Haz de luz de carretera.

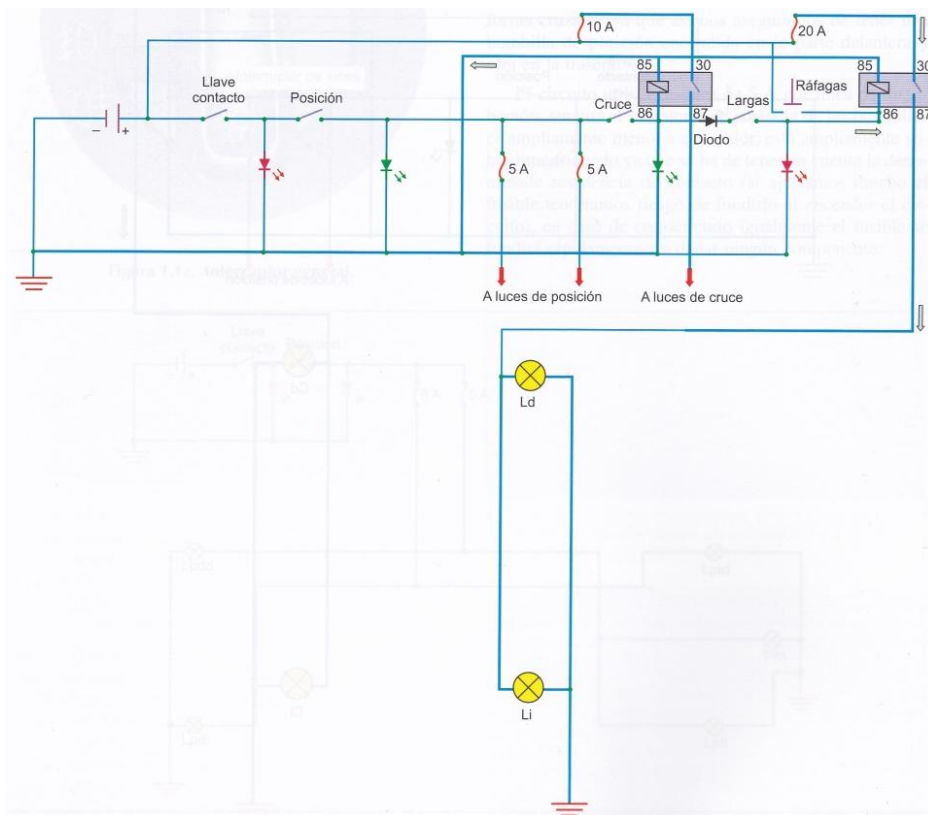
(ARIAS MUÑOZ, 2016)

En la figura 29 se visualiza en las lamparas principales, la luz de carretera.



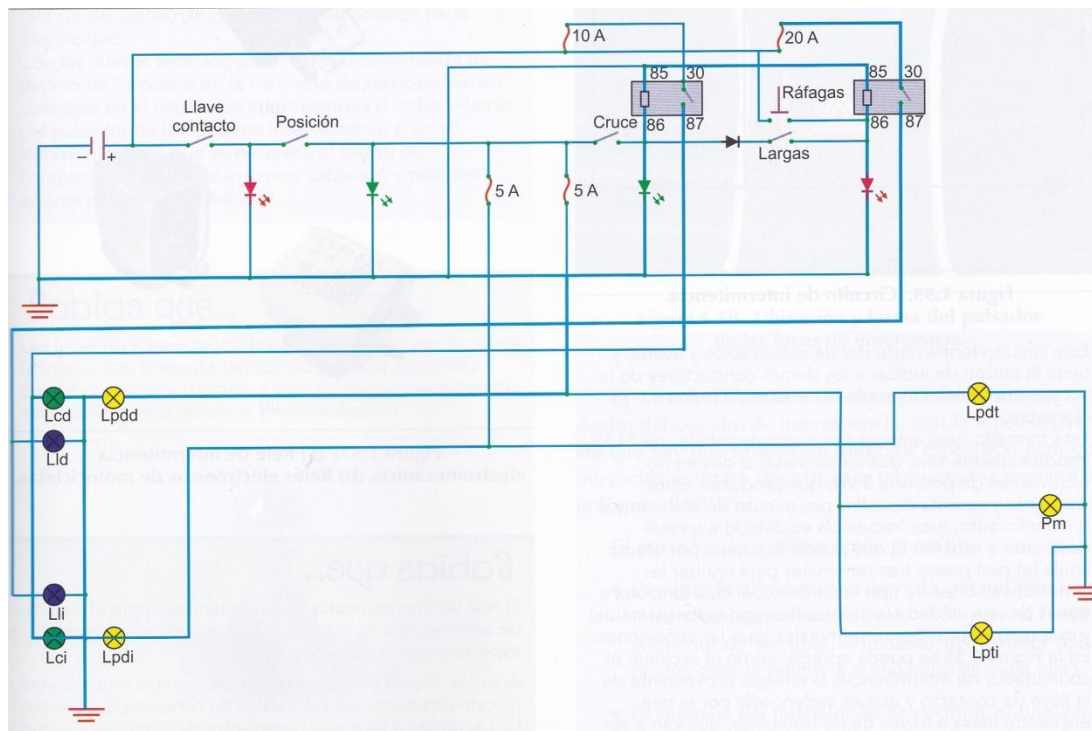
**Figura 29.** Luz de carretera encendida.

En la figura 30 se visualiza el circuito de luz de carretera, el mismo está dotado de un fusible de 15A, además de un relé debido que la carga normal de este circuito supera los 10A, esto para proteger el mando de luces (ROS MARÍN & BARRERA DOBLADO, 2011).



**Figura 30.** Circuito de luz de carretera.  
(ROS MARÍN & BARRERA DOBLADO, 2011)

En la figura 31 se visualiza el circuito completo de iluminación frontal, vinculando la luz de posición, luz de cruce y luz de carretera.



**Figura 31.** Circuito completo de iluminación frontal.  
(ROS MARÍN & BARRERA DOBLADO, 2011)

#### 2.4.2.4. Luz antiniebla

Tienen la tarea de iluminar la ruta alrededor del vehículo en la oscuridad, localizando la señalización horizontal de la carretera, además de incrementar la distancia de visibilidad bajo factores externos como lluvia y neblina, las bombillas especificadas para este cometido son de 55 vatios en el caso de ser halógenas y de 36 vatios en el caso de ser de tipo led, su flujo luminoso máximo debe ser de 1000 lumen en el caso de ser halógenas y de 3200 lumen en el caso de ser de tipo led

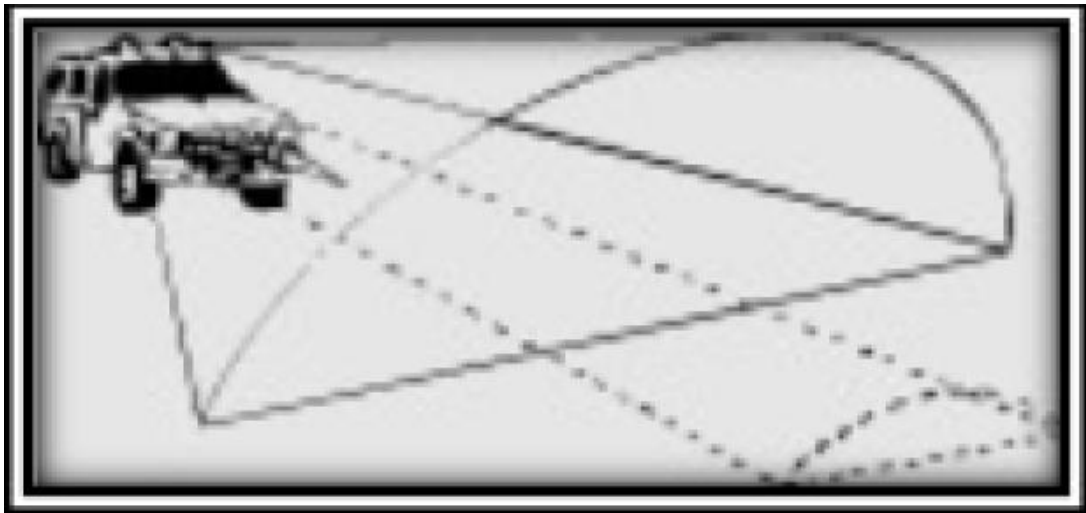
(ROS MARÍN & BARRERA DOBLADO, 2011).

En la figura 32 se visualiza el interruptor de la luz de neblina, la misma debe estar vinculada a un relé debido al alto consumo de corriente y ser activado por la luz de posición para evitar el agotamiento de la batería.



**Figura 32.** Interruptor de luz antiniebla.

En la figura 33 se visualiza el haz de luz de neblina, que entrega una visibilidad amplia aunque de corto alcance pero de suma importancia, con lo que ayuda a la localización de cunetas, agujeros, las líneas de guía, y reductores de velocidad (SÁNCHEZ PÉREZ & OROSCO SISALIMA, 2012). Por lo general ubicada en la parte inferior del vehículo, varios fabricantes diseñan el vehículo con luz de antiniebla de color amarillo o ámbar, para aprovechar la temperatura de luz para penetrar en la neblina (SÁNCHEZ PÉREZ & OROSCO SISALIMA, 2012).



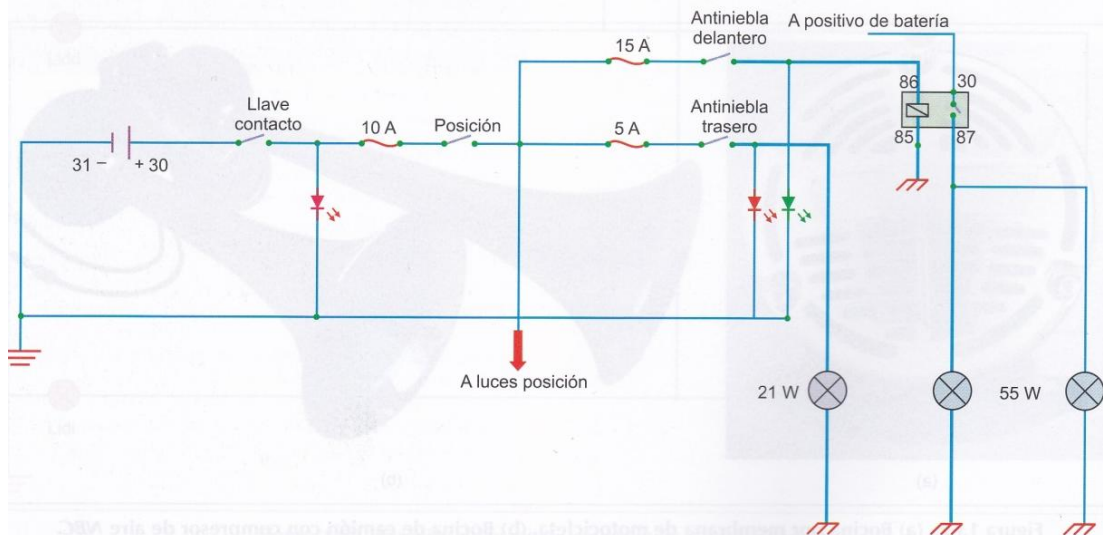
**Figura 33.** Haz de luz antiniebla.  
(ARIAS MUÑOZ, 2016)

En la figura 34 se visualiza el sistema de iluminación frontal conjunto, con lo que se consigue una visibilidad adecuada en carretera (SÁNCHEZ PÉREZ & OROSCO SISALIMA, 2012).



**Figura 34.** Iluminación frontal conjunta.  
(SÁNCHEZ PÉREZ & OROSCO SISALIMA, 2012)

En la figura 35 se visualiza el circuito de luz antiniebla, el mismo esta dotado de un fusible de 15A, además de un relé debido que la carga normal de este circuito supera los 9A, para proteger el cableado del mismo al trabajar con alta corriente, de no existir, este circuito llega a recalentarse generando cortocircuitos y otros problemas mayores (ROS MARÍN & BARRERA DOBLADO, 2011).



**Figura 35.** Circuito de luz antiniebla.  
(ROS MARÍN & BARRERA DOBLADO, 2011)

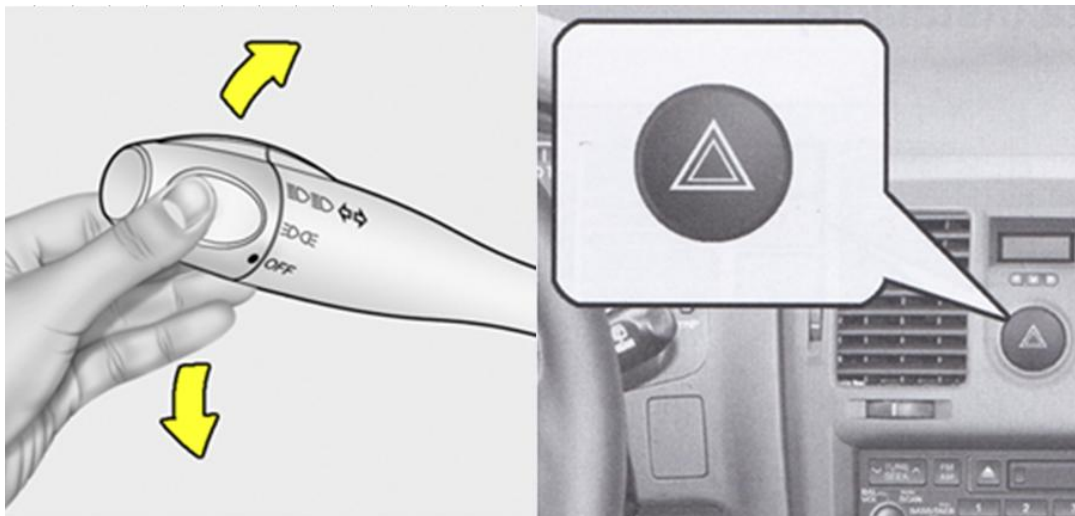
#### 2.4.2.5. Luz de dirección y emergencia (57L y 57R)

Tienen la tarea de iluminar la ruta alrededor del vehículo en caso de que el conductor tome una decisión, sea esta el cambio de carril, giro hacia una avenida aledaña, o éste debe detenerse en un lugar preligroso sea en caso de una ponchadura o simplemente al buscar estacionamiento, con lo que los conductores que vienen detrás toman precaución y acciones relacionadas (CANDO SANTO & TIPÁN SUÁREZ, 2010).

Las bombillas especificadas para este cometido son de 21 vatios en el caso de las halógenas, posee un relé que emite entre 50 y 60 señales, éstas se convierten en irradiaciones de luz de color ámbar, sea en el caso de luz de dirección, como luz de emergencia

(ROS MARÍN & BARRERA DOBLADO, 2011).

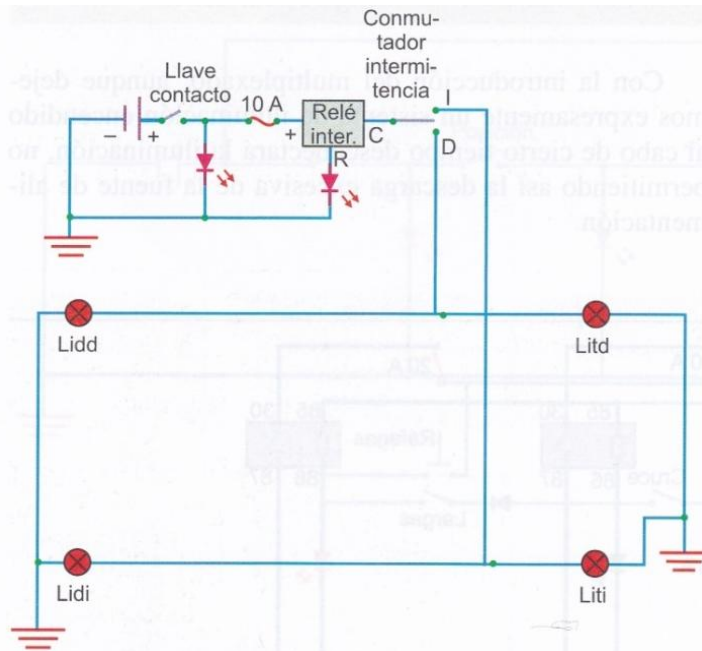
En la figura 36 se visualiza el interruptor de la luz de emergencia y mando de luz de dirección con sus funciones.



**Figura 36.** Mandos de luz de dirección y emergencia.

(HYUNDAI, 2009)

En la figura 37 se visualiza el circuito de luz de dirección y emergencia, el mismo esta dotado de un fusible de 10A, además de un relé que otorga la cantidad de irradiaciones lumínicas por minuto (ROS MARÍN & BARRERA DOBLADO, 2011).



**Figura 37.** Circuito de luz de dirección y emergencia.  
(ROS MARÍN & BARRERA DOBLADO, 2011)

### 2.4.3. SISTEMA DE PROTECCIÓN DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN FRONTAL

En la figura 38 se detalla el de fusibles principal del Hyundai Getz, ubicado en el vano motor, el que viene en un panel de fusibles conocido como portafusiblera.

**DESCRIPCIÓN DEL PANEL DE FUSIBLES**  
Compartimento del motor

**Motor de gasolina**

DESCRIPCIÓN	AMPERAJE	COMPONENTES PROTEGIDOS
IGN 2	30A	Interruptor de encendido
IGN 1	30A	Interruptor de encendido, relé de arranque
ECU	30A	Bomba de combustible, alternador, ECM
RAD	30A	Ventilador del radiador
BATT	50A	Luz de cruce, relé desempañador
ABS	10A	ABS
C/LIGHTER	25A	Encendedor de Cigarrillo
F/PUMP	15A	Interruptor de corte de combustible automático
ECU-B	10A	
ABS1	20A	ABS
ABS2	40A	ABS
BLW	30A	Difusor de aire, motor del difusor de aire
P/WDW	30A	Elevalunas eléctrico
EPS	50A	Dirección asistida electrónica
ECU-1	10A	ECM
ECU-2	20A	ECM
SNSR	10A	A/A, bomba de combustible
INJ	15A	Inyector
A/CON	10A	A/Acondicionado
HORN	10A	Claxon
BATT	100A	Alternador

**NOTA:** G200C01TB

**Figura 38.** Panel de fusibles principal.  
(HYUNDAI, 2009)



En la figura 39 se puede visualizar el panel de fusibles de cabina de un vehículo Hyundai Getz.

G2000D02TB-GYT Panel interior (conducción izquierda)				DESCRIPCIÓN	AMPERAJE	COMPONENTES PROTEGIDOS
USE THE DESIGNATED FUSE ONLY				POWER CONN & R/LP	15A	Luz interior, radiocasete, tablero de mandos
FUSE PULLER: 1				H/LP LH	15A	Indicador de luces de carretera, luz de cruce (izqda.)
POWER CONN & R/LP: 15A				F/FOG	10A	Faro antiniebla delantero
H/LP LH	F / FOG	H/LP RH	RR / HTD	H/LP RH	15A	Luz de cruce (dcha.)
15A	10A	15A	30A	PR/HTD	30A	Desempañador luna trasera
BLOWER	IGNITION	R / FOG	FRT WPR	BLOWER	10A	Difusor de aire, techo solar
10A	10A	10A	20A	IGNITION	10A	Faro antiniebla, ETACM, elevallunas eléctrico, dispositivo de regulación de los faros
HAZARD	STOP	ECU2	HTD MIR	R/FOG	10A	Piloto antiniebla trasero
15A	15A	15A	10A	FRT WPR	20A	Motor limpiaparabrisas delantero
S/HTD	DRL		START	HAZARD	15A	Intermitentes de emergencia, ETACM
20A	10A		10A	STOP	15A	Luz de freno, elevallunas eléctrico
RR/WPR	D / LOCK	A/BAG	ECU 1	ECU2	15A	ECM
15A	20A	10A	10A	HTD MIR	10A	Desempañador luna trasera
P/OUTLET	CLUSTER	TAIL RH	T / SIG	S/HTD	20A	Calefacción asiento
15A	10A	10A	10A	DRL	10A	Luz de marcha diurna
AUDIO	A/BAG IND	TAIL LH	A / C SW	START	10A	Relé de arranque, sistema antirrobo
15A	10A	10A	10A	RR/WPR	15A	Motor escobilla luna trasera
				D/LOCK	20A	Sistema de cierre centralizado, techo solar
				A/BAG	10A	Airbag
				ECU1	10A	PCM, control ABS
				P/OUTLET	15A	Toma de corriente
				CLUSTER	10A	Tablero de mandos
				TAIL RH	10A	Piloto de freno (dcha.)
				T/SIG	10A	Piloto intermitente, piloto de marcha atrás
				AUDIO	15A	Radiocasete, retrovisor exterior electrónico
				A/BAG IND	10A	Airbag, indicador
				TAIL LH	10A	Piloto de freno (izqda.)
				A/C SW	10A	Aire acondicionado

**Figura 39.** Panel de fusibles de cabina.  
(HYUNDAI, 2009)

#### 2.4.4. LAMPARAS DE ILUMINACIÓN FRONTAL

Los dispositivos de apoyo de iluminación son importantes debido a la generación del haz de luz, que en su interior albergan las bombillas que emanan radiación visible en este caso luz como se visualiza en la figura 40 (ROS MARÍN & BARRERA DOBLADO, 2011).



**Figura 40.** Lámpara frontal Hyundai Getz.

Estas lamparas tienen varias disposiciones debido al diseño del fabricante automotriz, esta clase de lamparas llevan separados los proyectores como se visualiza en la figura 41, las bombillas que albergan son por lo general de tipo H7 de 55 vatios.



**Figura 41.** Lámpara frontal Hyundai Elantra  
(AUTOLIGHTING, 2014)

#### **2.4.5. BOMBILLAS LED**

La tecnología actual permite que las bombillas led de ultima generación tengan un mayor tiempo de vida util de alrededor de 30000 horas, con relación a las bombillas de luz halógena, que como punto negativo principal consumen demasiada corriente, y que por su diseño tienden a reducir su vida útil. En años anteriores la tecnología led era usada para luz de conducción diurna, obligatoria en países europeos (ROS MARÍN & BARRERA DOBLADO, 2011).

Su componente principal es un diodo emisor de luz, que como se sobreentiende, es un dispositivo que emite luz de bajo consumo energético y alto brillo, con lo que se mejora la iluminación y reduce el tamaño de las lámparas, esto reduce el costo de producción en las fábricas, se puede encontrar en el mercado, una gama diversa de tipos de bombillas como se visualiza en la figura 42 (ROS MARÍN & BARRERA DOBLADO, 2011).

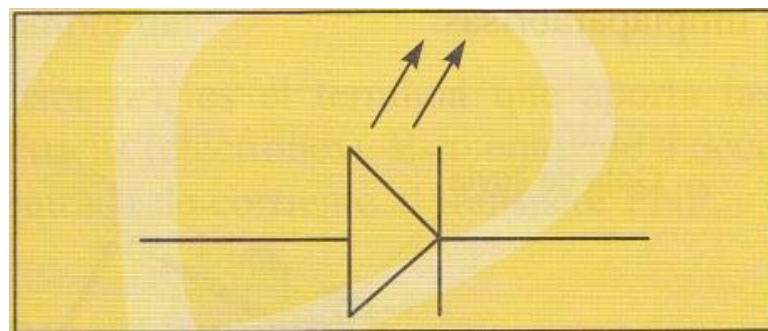


**Figura 42.** Tipos de bombillas led en el mercado.  
(ILIGHT, 2014)

### 2.4.5.1. Diodo emisor de luz

Este tipo de diodo al ser polarizado y energizado tiene como función la emisión de luz, se lo conoce como led gracias a sus siglas en ingles (light emitting diode) y su funcionamiento físico se resume en que un electrón circula por una banda que genera una pérdida de energía, la misma crea una energía diferente conocida como fotón el mismo que produce radiación visible (ROS MARÍN & BARRERA DOBLADO, 2011).

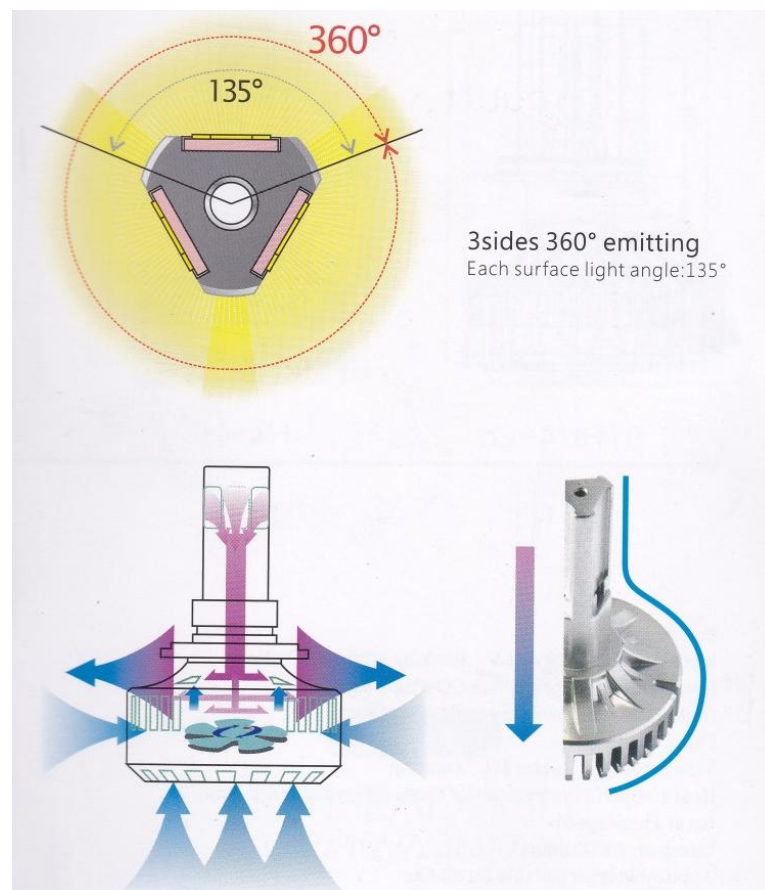
En la figura 43 se puede visualizar la simbología de un diodo led



**Figura 43.** Símbolo de led  
(ROS MARÍN & BARRERA DOBLADO, 2011)

#### 2.4.5.2. Características de una bombilla led H4 para iluminación frontal

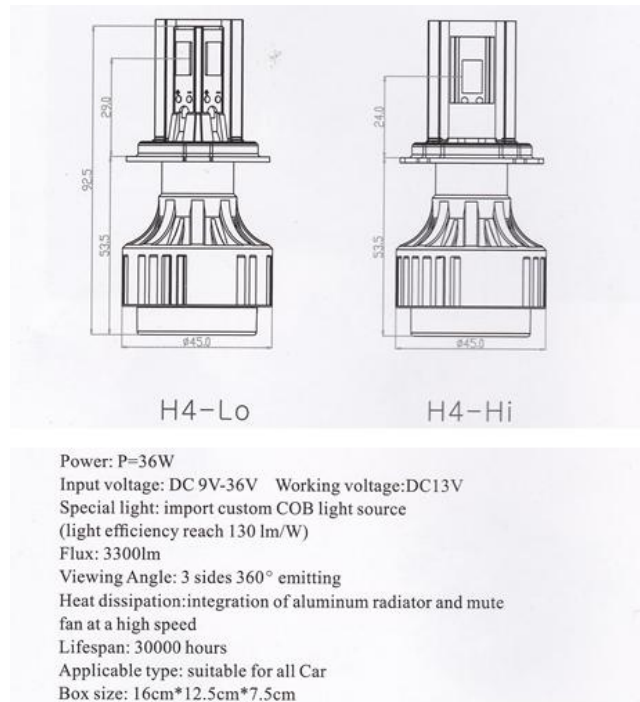
En el mercado se puede encontrar una variedad de bombillas led para iluminación frontal para vehículos, en este caso un H4 que está conformado por 3 leds sobre una placa de aluminio que disipa el calor apoyado por un ventilador posterior como se observa en la figura 44, además se puede observar el ángulo de iluminación del mismo, que está definido como 135° por cada led. Su funcionamiento es idéntico al de una bombilla halógena, donde sus dos leds inferiores simulan en funcionamiento del filamento de luz de cruce, y al encender también el led superior simula el funcionamiento de luz de carretera (ILIGHT, 2014).



**Figura 44.** Características de un led H4.

(ILIGHT, 2014)

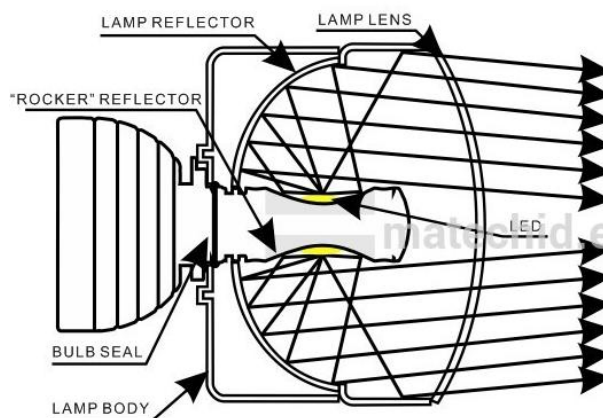
En la figura 45 se puede visualizar la ficha técnica de una bombilla H4 tipo led para iluminación frontal y sus dimensiones.



**Figura 45.** Ficha técnica de un led H4.  
(ILIGHT, 2014)

## 2.4.6. PARÁBOLA DE REFLEXIÓN

Dentro del proyector de una lámpara se reflejan y amplifican los rayos de luz provenientes de una bombilla, debido a que la superficie de un proyector es similar a la de un espejo. A partir de pruebas de optometría se forma un foco de dispersión, generando un haz de luz mas eficiente y centrado como se visualiza en la figura 46.

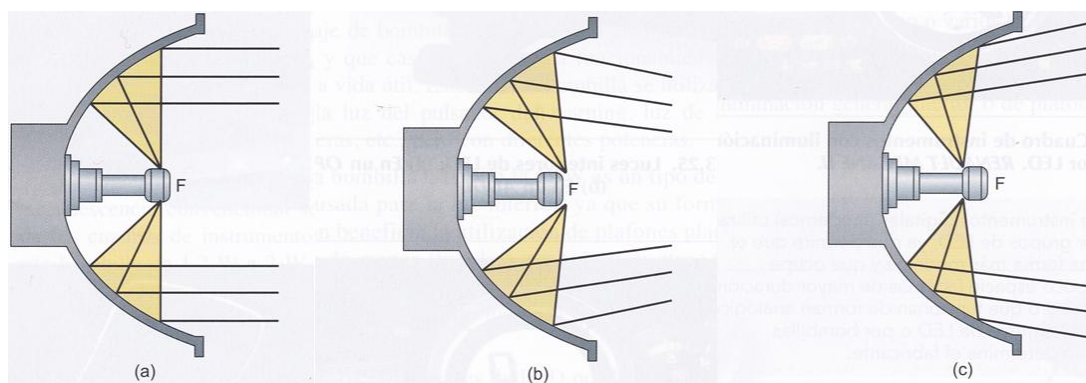


**Figura 46.** Reflexión de rayos led.  
(GUANGZHOU MATEC ELECTRONIC, 2014)

### 2.4.6.1. Ubicación del foco de luz en una parábola

Dependiendo de la disposición del foco de luz dentro del proyector, podemos obtener tres tipos de reflexión, como se visualiza en la figura 47, los rayos cambian de dirección y enfoque, debido a que los prismas absorben y reflejan en un ángulo diferente los rayos de luz (ROS MARÍN & BARRERA DOBLADO, 2011).

- Centro de foco geométrico: Donde los rayos se reflejan en forma recta y paralela.
- Exterior de foco geométrico: Donde los rayos se reflejan en forma centrada y enfocada.
- Interior de foco geométrico: Donde los rayos se reflejan en forma abierta y desenfocada.



**Figura 47.** Tipos de reflexión por disposición de foco de luz.

(ROS MARÍN & BARRERA DOBLADO, 2011)

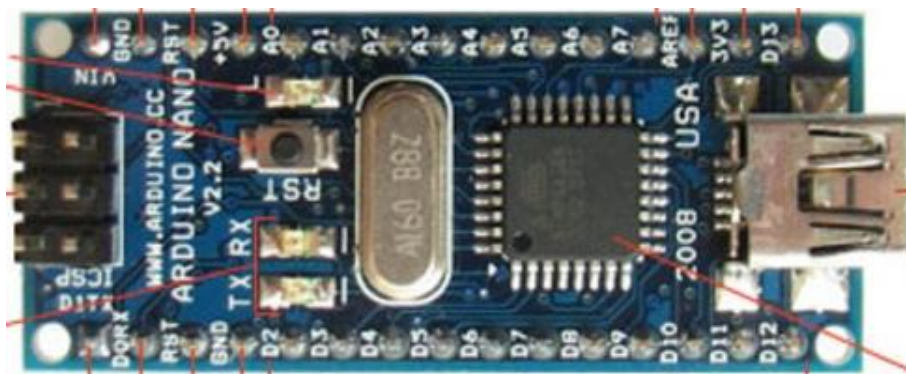
## 2.5. CIRCUITOS ELECTRÓNICOS

Los dispositivos electrónicos disponen de componentes que funcionan con energía eléctrica para realizar su trabajo, que a diferencia de los dispositivos eléctricos su tamaño es menor y de mejor desempeño, al integrar transistores, pistas de cobre, vías de entrada y salida, etc (BOYLESTAD & NASHELSKY, 2009).

### 2.5.1. ARDUINO

Arduino se puede entender como una computadora diminuta, que admite datos de entrada como voltajes, cantidad de luz, cantidad de lluvia, cantidad de humedad, entre otras, con estos datos el usuario puede programarla para que esta realice una función específica, o varias al mismo tiempo, dando como resultado datos de salida a los diferentes actuadores conectados a ella (MCROBERTS, 2010).

En la figura 48 se visualiza un arduino nano v3.



**Figura 48.** Placa arduino nano v3.  
(SOLDER PAD, 2011)

“Arduino es una plataforma libre de computación de bajo costo basada en una placa de entrada-salida y en un entorno de desarrollo IDE que implementa el lenguaje Processing/WiringHardware. Arduino se puede usar para desarrollar objetos interactivos automáticos o conectarse a software en el ordenador”

(INSTITUTO DE EDUCACIÓN SECUNDARIA BURGUILLOS, 2009).

Para ingresar datos se utiliza distintas variables, una variable se la describe como un método para etiquetar aquellas señales que se obtienen de los sensores, en cantidades numéricas, los que pueden ser análogos o digitales (EVANS, 2007).

Para comunicarse con arduino, se debe entender el idioma en que trabaja, para ingresar las directrices, este lenguaje esta formado por: símbolos, condiciones, y estructuras definidas (FAJARDO, 2012).

## **METODOLOGÍA**



### 3. METODOLOGÍA

Para este proyecto se determinaron factores ambientales adversos como lluvia y neblina, que se convierten en una condición de riesgo al momento de transitar por una ruta, los que se aplicaron en un vehículo liviano, en este caso un Hyundai Getz del 2010, para obtener como resultado el cambio automático de la tonalidad de la iluminación frontal del vehículo en cuestión, de luz blanca a amarilla, con lo que se obtiene una mejor visibilidad en ruta.

Para el diseño y construcción del sistema electrónico, se tomó en cuenta varios parámetros como: humedad relativa, temperatura, y lluvia, para este fin se decidió por un dispositivo tecnológico configurado por programación, donde intervinieron componentes eléctricos y electrónicos para su funcionamiento.

Al circular por las carretas lo más común es encontrarse en condiciones ambientales adversas, las mismas que reducen drásticamente la visibilidad, es así que se genera la necesidad de diseñar un asistente electrónico, que mida estos elementos ambientales, los procese y tome acciones correctivas al respecto, en este caso en el sistema de iluminación frontal.

Para automatizar el cambio de tono de la iluminación del vehículo, se tomó en cuenta los factores principales que se presentan por su naturaleza misma, para esto se utiliza sensores que entregan datos, estos son procesados por un módulo electrónico, y se convierten en ordenes que son realizadas por el circuito de iluminación.

Para la parte electrónica se utilizó una plataforma de hardware de código abierto programada con un entorno de desarrollo integrado IDE, que se basa en una placa de baquelita, donde se encuentra un microcontrolador que procesa datos y los convierte en órdenes, que son enviados a pines de entrada y salida analógicos y digitales, en este caso un arduino nano v3.

Los datos que se obtienen de los sensores son visualizados a través de una pantalla de cristal líquido de 16 caracteres x 2 líneas, la misma que proyecta valores numéricos, letras y símbolos que se necesitan para la toma de datos y posterior programación del dispositivo tecnológico.

El sensor de lluvia es fabricado en baquelita, resistente al calor y al agua, el que tiene impreso pistas de cobre en forma de laberinto, éste sensa gotas de lluvia por medio de la variación de conductividad, se envía la señal al sistema y además se visualiza en la pantalla de cristal líquido.

El sensor de temperatura y humedad utilizado, tiene en su interior un mini procesador, que mide la temperatura en grados centígrados y la humedad relativa en una cantidad porcentual, ésta señal se envía al sistema y además se visualiza en la pantalla de cristal líquido.

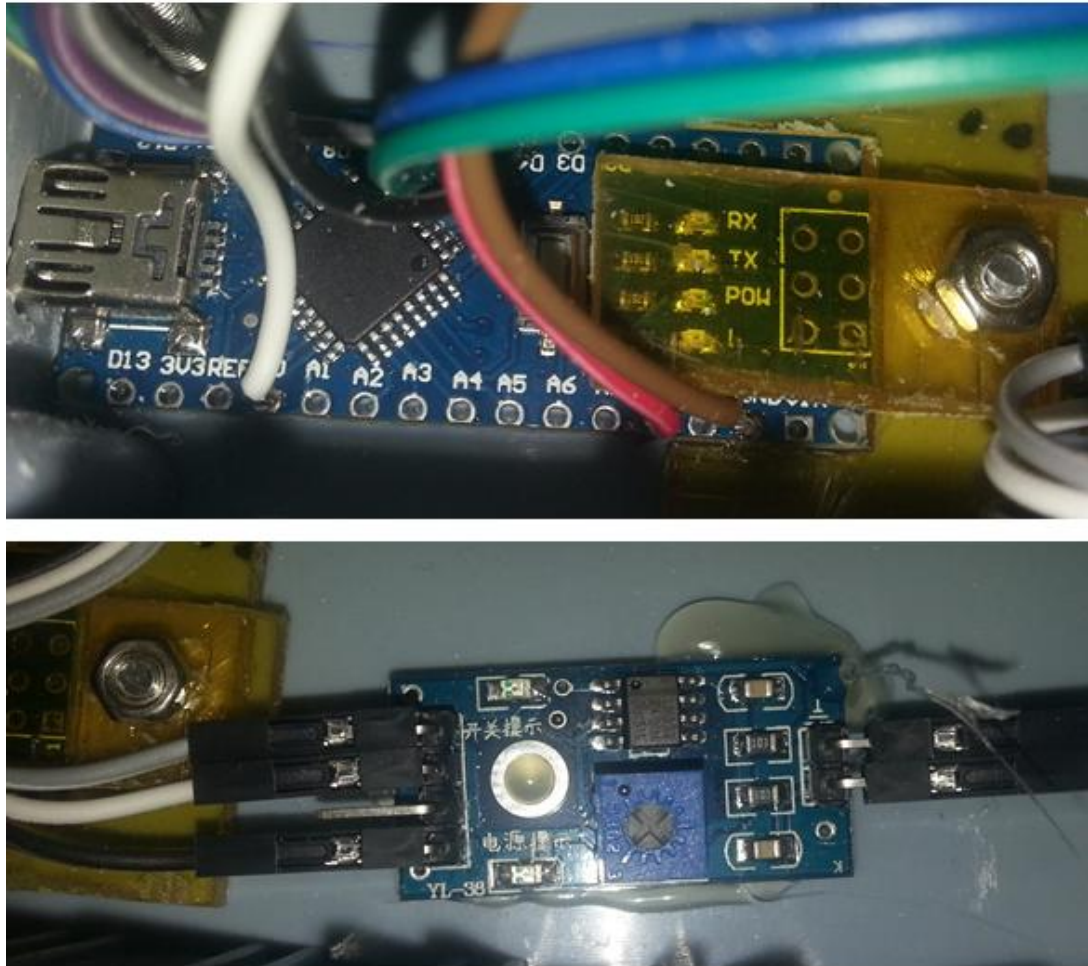
Se utilizó un kit de conversión que reemplaza a las bombillas de luz halógena h4, emite luz por medio de tres leds, dos que reemplazan la luz baja (luz de cruce) y uno más que se suma a la luz alta (luz de carretera), que están montados en una placa de aluminio, la misma que elimina calor por medio de un disipador y un ventilador posterior.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. IMPLEMENTACIÓN DEL DISPOSITIVO

Para la instalación del dispositivo electrónico, se ensambló el módulo, que está conformado por la placa arduino, una pantalla de cristal líquido, un módulo de 2 relés, y el cableado de conexión interna, todo esto se alberga en una caja para proyectos electrónicos, los elementos fueron debidamente sujetos por pernos y gomas, para evitar su vibración y posible daño, como se visualiza en la figura 49, ya cerrada se optó por ubicarla detrás de la gaveta del copiloto, al interior del habitáculo de un Hyundai Getz.



**Figura 49.** Sujeción de elementos en la caja de proyectos electrónicos.

#### 4.1.1.ARDUINO NANO V3

Arduino nano dispone de un procesador ATmega328 responsable de recibir, transformar, y enviar señales a los actuadores, se alimenta de 5 voltios de corriente continua, por medio de un cable mini usb, conectado a un regulador usb para encendedor de cigarrillos. A diferencia del resto de la familia arduino. Posee 14 pines digitales de entrada y salida, 8 pines analógicos de entrada, entrada usb, botón de reseteo, memoria de 32 KB, como se puede visualizar en la figura 50.

Arduino Nano



**Figura 50.** Arduino nano v3.  
(ARDUINO, 2016)

Las características de funcionamiento de arduino nano de detallan a continuación:

- Microcontrolador: ATmega 328
- Voltaje de funcionamiento: 5 voltios
- Voltaje de funcionamiento recomendado: 6 - 20 voltios
- Entradas y salidas digitales: 14 pines
- Entradas analógicas: 8 pines
- Corriente continua: 40 miliamperios
- Memoria flash: 32 KB, 2 KB usados para arranque
- SRAM: 2 KB
- EEPROM: 1 KB

En el anexo 2 se visualiza la ficha técnica de la placa arduino nano v3.

#### 4.1.2. PANTALLA DE CRISTAL LÍQUIDO

Por medio de esta pantalla se visualizan las mediciones que generan los sensores, indica 16 caracteres x 2 líneas como se observa en la figura 51.



**Figura 51.** Pantalla de cristal líquido.

Esta pantalla dispone de 16 pines de conexión, los que se detallan a continuación:

- Vss: Conecta la pantalla a masa
- Vdd: Alimenta la pantalla con 5 voltios
- Vo: Conecta la pantalla a un potenciómetro para la regulación del brillo
- Rs: Borra la pantalla para un nuevo proceso de visualización (reset set)
- Rw: Lee y escribe los valores en la pantalla, se conecta a masa (read/write)
- E: Habilita y deshabilita los valores que se visualizan en la pantalla
- D0 – D7: Pines de datos, que van de los pines 7 – 14 del arduino
- A: Conecta la masa del led de iluminación de la pantalla
- K: Alimenta el led de iluminación de la pantalla

En el anexo 3 se visualiza la ficha técnica de la pantalla de cristal líquido y sus principales características.

#### 4.1.2.1. Conexión de la pantalla al arduino nano v3

La conexión que se realiza es similar en las diferentes plataformas arduino, la única parte que varía, es desde que pines de arduino se reciben datos para visualizar, en la figura 52 se observa la conexión de la misma.

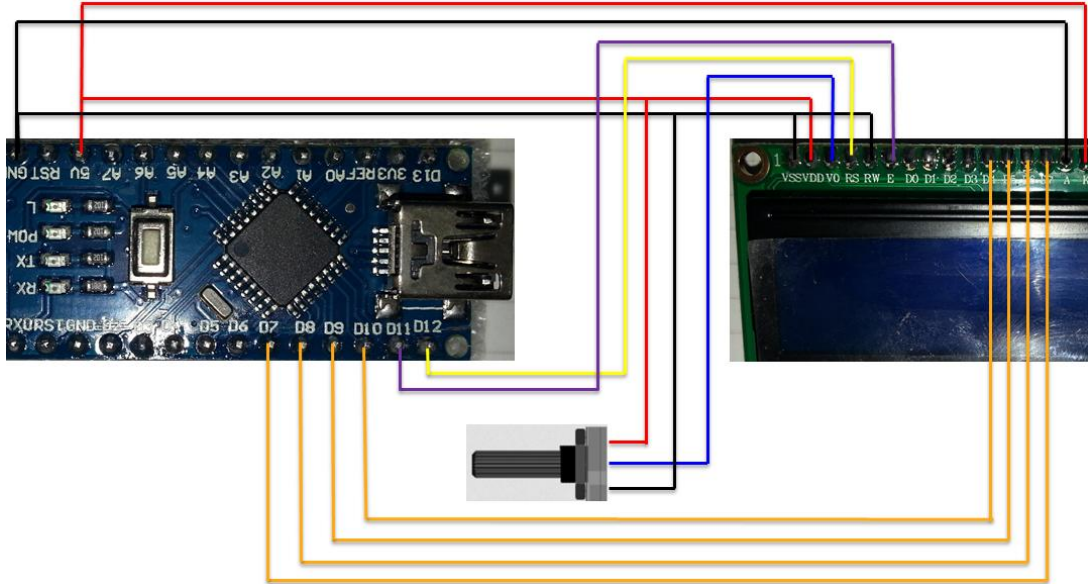


Figura 52. Conexión de la pantalla al arduino nano v3.

#### 4.1.3. SENSOR DE LLUVIA

Este sensor está compuesto por dos partes, una que está dentro del módulo electrónico que está conectado al arduino nano v3, que es quien interpreta y regula la sensibilidad del sensor, para luego enviar señal al microcontrolador, y la otra es el sensor propiamente dicho que se conecta al regulador.

Como se visualiza en la figura 53 este sensor es similar a un panel que posee dos pistas de cobre enlazadas que captan la variación de voltaje por medio de conductividad, eleva el voltaje cuando el área de contacto con el agua es mayor, y de igual manera el voltaje disminuye cuando el área de contacto con el agua es menor.

En el anexo 4 se visualiza la ficha técnica del sensor de lluvia.

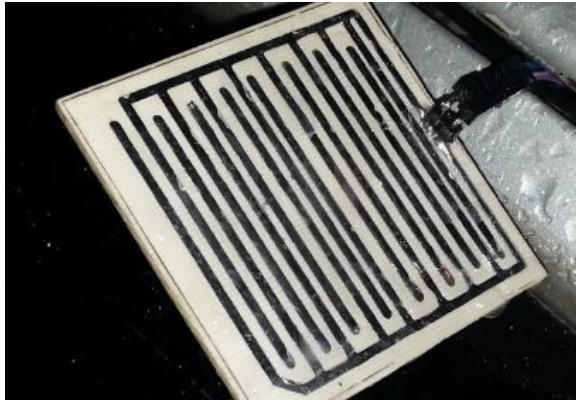


Figura 53. Sensor de lluvia.

Los pines que dispone el regulador de sensibilidad y el sensor de lluvia se detallan a continuación:

- Vcc: Alimentación del regulador de sensibilidad
- D0: Pin digital que va al microcontrolador (no se usa en este caso)
- A0: Pin analógico que va al microcontrolador (se usa en este caso)
- Gnd: Conecta al regulador de sensibilidad a masa

#### 4.1.3.1. Conexión del sensor de lluvia al arduino nano v3

En la figura 54 se visualiza la conexión del regulador de sensibilidad con el sensor a un extremo y con el microcontrolador al otro extremo.

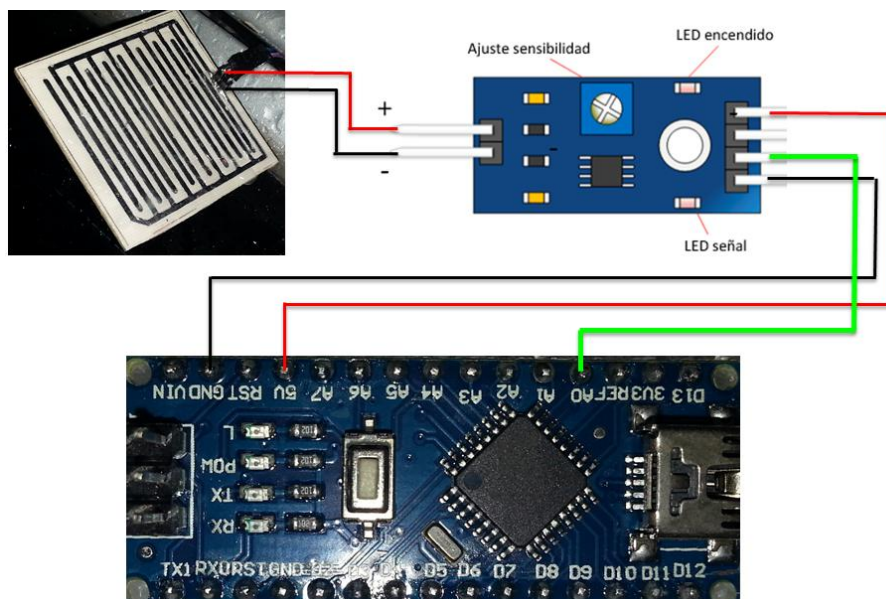


Figura 54. Conexión del sensor de lluvia al arduino nano v3.



#### 4.1.4. SENSOR DE HUMEDAD Y TEMPERATURA

Este sensor mixto posee en su interior un pequeño procesador el que obtiene un voltaje de cada uno de sus elementos, en este caso humedad relativa y temperatura del ambiente, los procesa, y envía una señal digital al arduino nano v3. En el anexo 5 se visualiza la ficha técnica y características principales del sensor.

Los pines que dispone el sensor de humedad y temperatura se detallan a continuación:

- (+): Alimentación del sensor
- (-): Conecta el sensor a masa
- Out: Envía la señal del sensor al microcontrolador

##### 4.1.4.1. Conexión del sensor de humedad y temperatura al arduino nano v3

En la figura 55 se visualiza la conexión del sensor de humedad y temperatura con el microcontrolador.

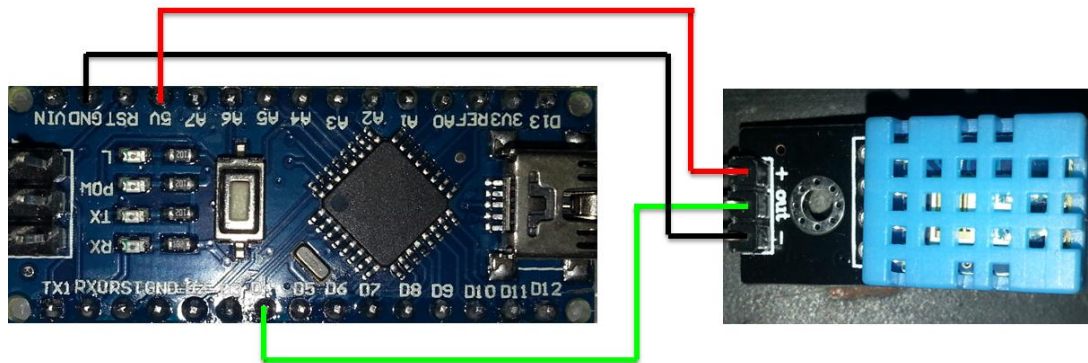
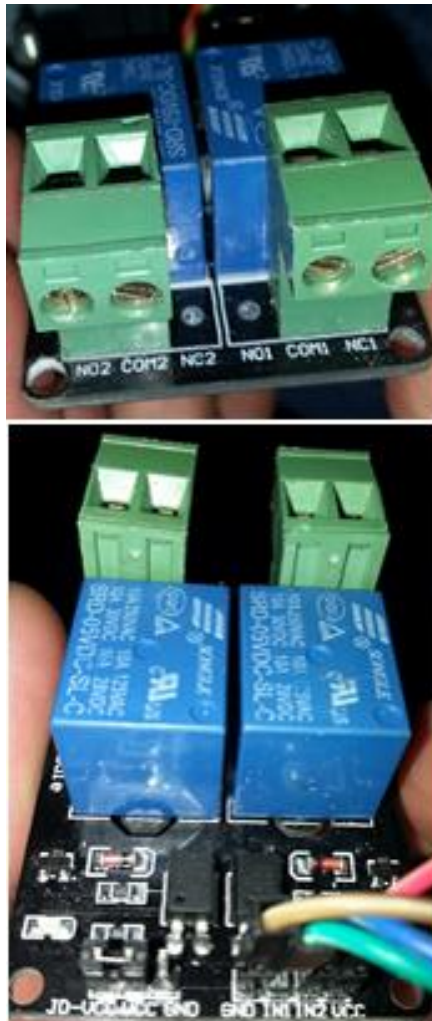


Figura 55. Conexión del sensor de humedad y temperatura al arduino nano v3.

#### 4.1.5. MÓDULO DE 2 RELÉS

Estos relés se convierten en interruptores de las señales recibidas por los sensores, como se visualiza en la figura 56, mismos que no emiten ninguna

clase de voltaje al circuito de cambio de tono de los leds, sino más bien son un puente entre la alimentación y los circuitos de luces.



**Figura 56.** Relés interruptores con sus borneras.

Los pines que dispone el módulo de 2 relés se detallan a continuación:

- Vcc: Alimentación del módulo de relés
- In1: Entrada de señal del relé 1
- In2: Entrada de señal del relé 2
- Gnd: Conecta a masa al módulo de relés
- Nc1: Borne de conexión del relé 1
- Com1: Conecta a masa de batería al relé 1
- No2: Borne de conexión del relé 2
- Com2: Conecta a masa de batería al relé 2

#### 4.1.5.1. Conexión del módulo de 2 relés al arduino nano v3

En la figura 57 se visualiza la conexión del módulo de 2 relés con el microcontrolador.

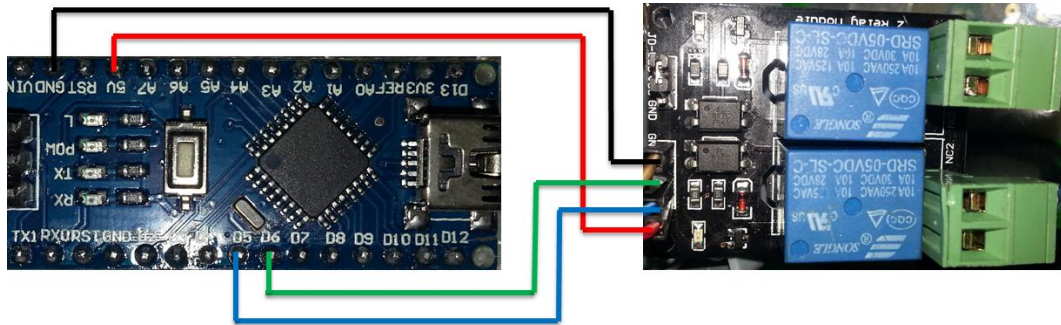


Figura 57. Conexión del módulo de 2 relés al arduino nano v3.

En la figura 58 se visualiza la conexión final del circuito que conforma el módulo electrónico.

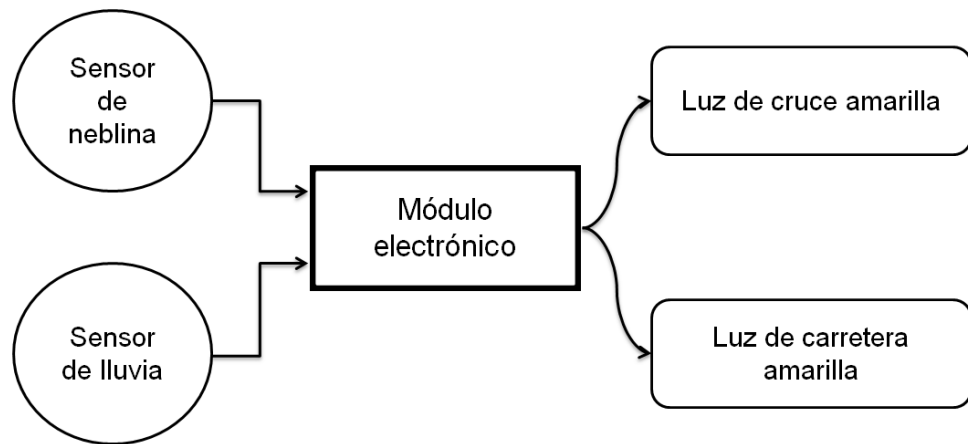


Figura 58. Módulo electrónico finalizado.

## 4.2. DISEÑO DEL SISTEMA AUTOMÁTICO

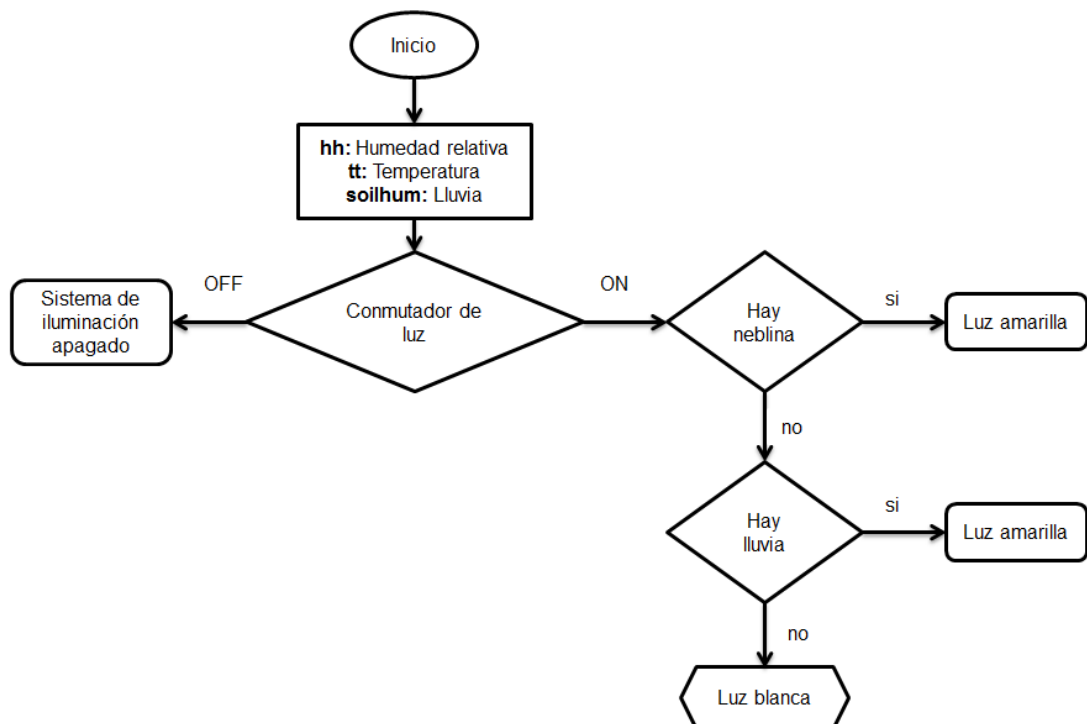
Para poner todos los elementos electrónicos en correcto funcionamiento, se crea un programa que realice algunos pasos, para el monitoreo constante y cíclico de los factores ambientales adversos que son: neblina y lluvia.

En la figura 59 se visualiza el diagrama de flujo de datos que expresa fácilmente el proceso que realiza el sistema automático.



**Figura 59.** Diagrama de flujo de datos general.

En la figura 60 se visualiza el diagrama de flujo de datos que expresa fácilmente el proceso que realiza el sistema automático.



**Figura 60.** Diagrama de flujo de datos desarrollado.

## 4.2.1. AMBIENTE DE DESARROLLO INTEGRADO

Para generar las directrices que realiza la placa arduino nano v3, se procede a crear un código fuente, el mismo que se obtiene de la aplicación oficial, que se descarga de la página de arduino. Además se debe descargar los controladores del tipo de arduino a utilizar en este caso del nano v3, y por último, las librerías de datos, que son los valores de funcionamiento de los sensores.

Una vez instalada la aplicación oficial de arduino, se procede a acoplar la placa al computador, por medio del cable mini usb, este puerto de conexión lo asigna automáticamente el sistema, pero es importante que el programador seleccione el tipo de placa a utilizar, y el número de puerto de conexión con la placa, por el cual la aplicación envía los datos de compilación, en este caso se acopla el arduino nano v3 al puerto COM8, como se observa en la figura 61.

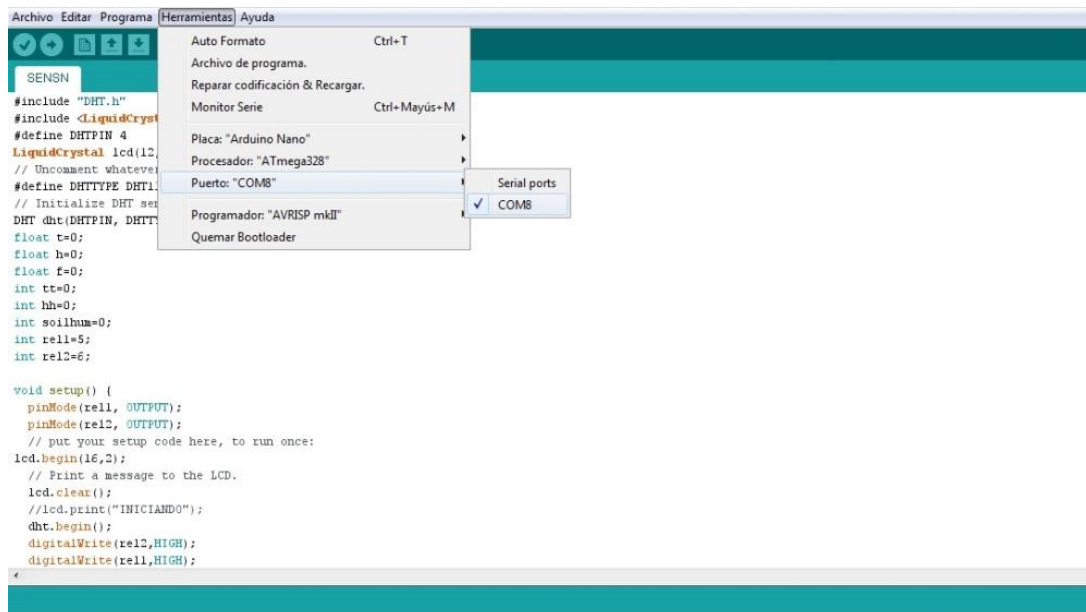


Figura 61. Selección de puerto de conexión del arduino nano v3.

Una vez seleccionado el tipo de placa y puerto de conexión se procede a generar las directrices del código fuente, para esto se eligen parámetros como el tipo de pin que sea analógico o digital, el voltaje de trabajo, y la polaridad.

Los sensores y actuadores utilizados en este módulo electrónico envían y reciben señales digitales y analógicas, y tienen un fin definido para su programación y denominación, las que se detallan en la tabla 3.

**Tabla 3.** Descripción de pines utilizados.

DISPOSITIVO	SEÑAL DE PIN	TIPO DE SEÑAL	FUNCIÓN DE PIN
Pantalla de cristal líquido	D7	Digital	Señal de datos de visualización
	D8	Digital	
	D9	Digital	
	D10	Digital	
	D11	Digital	Señal de habilitación/deshabilitación de visualización
D12	Digital	Señal de borrado de datos de visualización	
Sensor de humedad y temperatura	D4	Digital	Señal recibida del sensor de humedad y temperatura
Relés	D5	Digital	Señal de accionamiento relé 2
	D6	Digital	Señal de accionamiento relé 1
Sensor de lluvia	A0	Analógica	Señal recibida del sensor de lluvia

Ya con la información exacta se procede a estructurar el código fuente en la aplicación del arduino, en la figura 62 se visualiza la programación para la pantalla de cristal líquido, donde se ingresa el siguiente comando:

LiquidCrystal lcd (12, 11, 10, 9, 8, 7);

```

SENSN
#include "DHT.h"
#include <LiquidCrystal.h>
#define DHTPIN 4 // what pin we're connected to
LiquidCrystal lcd(12, 11, 10, 9, 8, 7);
// Uncomment whatever type you're using!
#define DHTTYPE DHT11 // DHT 11
// Initialize DHT sensor for normal 16MHz Arduino
DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);
float t=0;
float h=0;
float f=0;
int tt=0;
int hh=0;
int soilhum=0;
int rel1=5;
int rel2=6;

void setup() {
  pinMode(rel1, OUTPUT);
  pinMode(rel2, OUTPUT);

```

**Figura 62.** Programación de la pantalla de cristal líquido.

Donde se define qué pines están siendo utilizados por el programador para enviar datos desde el microprocesador a la pantalla, en este caso son:

- 12: Pin de reinicio de datos
- 11: Pin de habilitación de datos visualizados
- 10: Pin de envío de bits de datos
- 9: Pin de envío de bits de datos
- 8: Pin de envío de bits de datos
- 7: Pin de envío de bits de datos

A continuación se inicializa la pantalla como se visualiza en la figura 63, con los siguientes comandos:

```
lcd.begin (16,2);  
// Print a message to the LCD.  
lcd.clear ();  
//lcd.print ("INICIANDO");
```

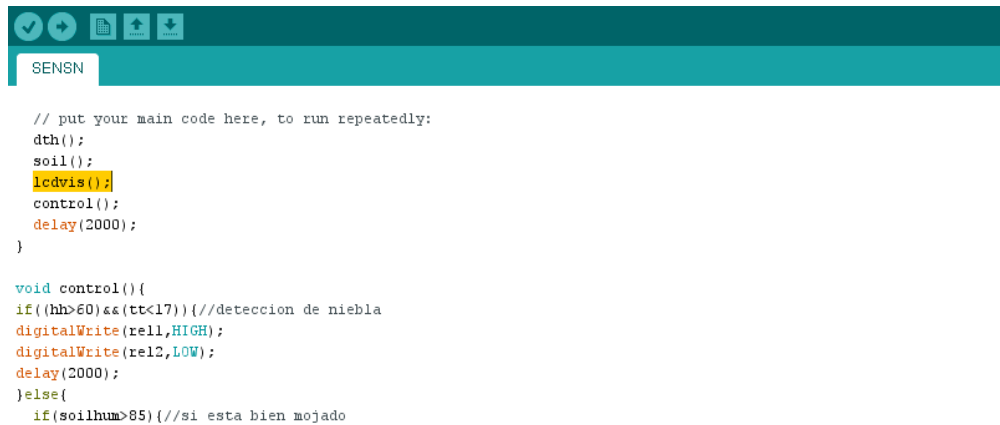
The image shows a screenshot of an IDE window with a teal header. The code is as follows:

```
SENSN  
pinMode(re11, OUTPUT);  
pinMode(re12, OUTPUT);  
// put your setup code here, to run once:  
lcd.begin(16,2);  
// Print a message to the LCD.  
lcd.clear();  
//lcd.print("INICIANDO");  
dht.begin();  
digitalWrite(re12,HIGH);  
digitalWrite(re11,HIGH);  
}  
  
void loop() {  
  
    // put your main code here, to run repeatedly:  
    dht();  
    soil();  
    lcdvis();  
    control();  
    delay(2000);  
}  
  
void control(){  
if((hh>60)&&(tt<17)){//deteccion de niebla  
digitalWrite(re11,HIGH);  
digitalWrite(re12,LOW);  
delay(2000);  
}else{  
<
```

**Figura 63.** Inicialización de la pantalla líquida.

Donde se define qué es una pantalla de 16 caracteres en dos filas, a continuación borra la imagen de inicio, y por último genera los datos que recibe de los diferentes sensores usados en el vehículo.

Éste monitoreo continuo de las señales obtenidas de los sensores es encadenada y cíclica, lo que significa que obtiene primero la señal del sensor de humedad y temperatura, segundo, la señal del sensor de lluvia, como se visualiza en la figura 64, y en este momento se cumple la directriz de visualización de datos, que hace que la pantalla imprima los valores obtenidos, previo a proceder con el control de los mismos.



```

// put your main code here, to run repeatedly:
dth();
soil();
lcdvis();
control();
delay(2000);
}

void control(){
if((hh>60)&&(tt<17)){//deteccion de niebla
digitalWrite(re11,HIGH);
digitalWrite(re12,LOW);
delay(2000);
}else{
if(soilhum>85){//si esta bien mojado

```

**Figura 64.** Directrices del programa principal.

La directriz `lcdvis` genera los siguientes datos: donde se produce un evento cíclico que despeja la pantalla, se ubica en el cuadrante (0,0), que es la primera fila, imprime los datos de temperatura, humedad relativa y lluvia, a continuación se ubica en el cuadrante (0,1), que es la segunda fila, imprime el valor de temperatura en grados centígrados, en el cuadrante (5,1) imprime el valor de humedad relativa en porcentaje, y por último en el cuadrante (11,1) imprime el valor de lluvia en porcentaje.

```

void lcdvis (){
  lcd.clear ();
  lcd.setCursor (0,0);
  lcd.print ("ToC HR% H2O%");
  lcd.setCursor (0,1);
  lcd.print (tt);
  lcd.setCursor (5,1);
  lcd.print (hh);
  lcd.setCursor (11,1);
  lcd.print (soilhum);
}

```



En la figura 65 se visualiza la directriz de visualización de la pantalla líquida.



```
SENSN
Serial.print("Temperature: ");
Serial.print(t);
Serial.print(" *C ");*/
tt=t;
hh=h;
}

void soil(){
  soilhum = analogRead(A0);
  soilhum=1023-soilhum;
  soilhum=map(soilhum,0,1023,0,100);
  //Serial.print(" soilhum:");
  //Serial.print(soilhum);
}

void ledvis(){
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("ToC HR% H20%");
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print(tt);
  lcd.setCursor(5,1);
  lcd.print(hh);
  lcd.setCursor(11,1);
  lcd.print(soilhum);
}
```

**Figura 65.** Directriz de visualización de la pantalla líquida.

El programa genera una directriz de monitoreo de sensores, impresión de datos en la pantalla líquida, y control, que es la que toma la decisión de cambio automático de tono de luz de blanco a amarillo bajo condiciones adversas que son neblina y lluvia.

La directriz de control está definida con los datos obtenidos de las pruebas de ruta con el modulo electrónico, donde se entiende que si la humedad relativa es mayor a 60%, y además si la temperatura es menor a 17 grados centígrados, el vehículo se encuentra en presencia de neblina.

Por otro lado se entiende que si el porcentaje de lluvia es mayor a 80%, el vehículo se encuentra en presencia de lluvia. En ambos casos al cumplirse las condiciones necesarias el módulo toma la decisión de activar uno o ambos relés, que por diseño del fabricante obtienen señales de LOW para ser activados, con lo que se genera el cambio de tonalidad de luz, cumpliendo en ambos casos con las funciones de iluminación de cruce e iluminación de carretera.

Los datos de programación en el caso de neblina y lluvia ingresados en la aplicación de arduino son:

```
void control(){
if((hh>60)&&(tt<17)){//detección de niebla
digitalWrite(rel1,HIGH);
digitalWrite(rel2,LOW);
delay(2000);
}else{
    if(soilhum>85){//si está bien mojado
digitalWrite(rel2,HIGH);
digitalWrite(rel1,LOW);
delay(2000);
}else{
digitalWrite(rel1,HIGH);
digitalWrite(rel2,HIGH);
```

En la figura 66 se visualiza la directriz de control, la misma que envía señales digitales a los relés.

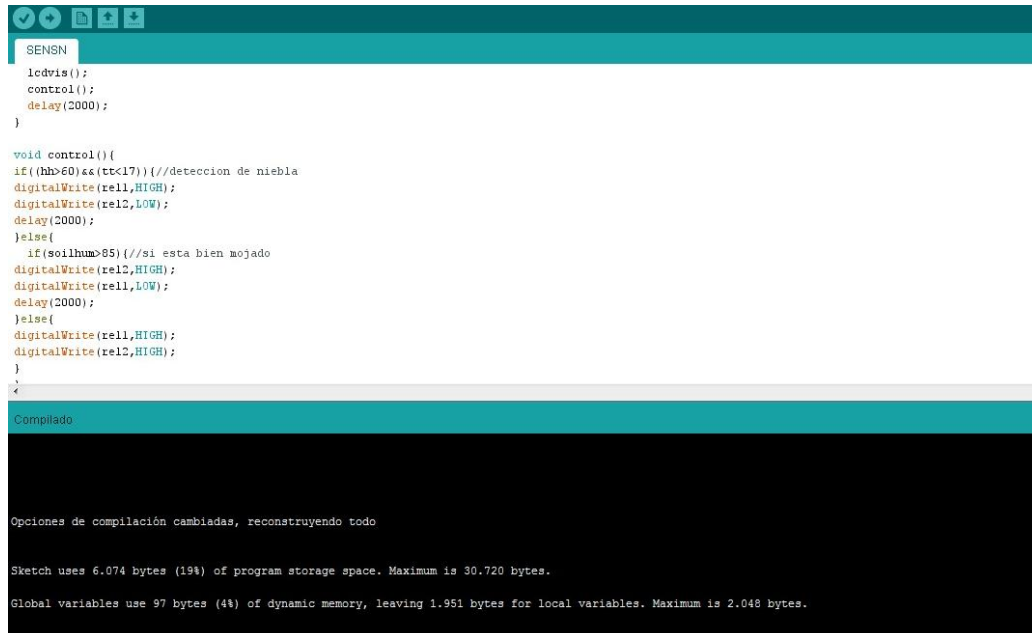


```
void control(){
if((hh>60)&&(tt<17)){//deteccion de niebla
digitalWrite(rel1,HIGH);
digitalWrite(rel2,LOW);
delay(2000);
}else{
    if(soilhum>85){//si esta bien mojado
digitalWrite(rel2,HIGH);
digitalWrite(rel1,LOW);
delay(2000);
}else{
digitalWrite(rel1,HIGH);
digitalWrite(rel2,HIGH);
}
}
}

void dth(){
// Reading temperature or humidity takes about 250 milliseconds!
// Sensor readings may also be up to 2 seconds 'old' (its a very slow sensor)
h = dht.readHumidity();
// Read temperature as Celsius
t = dht.readTemperature();
// Read temperature as Fahrenheit
f = dht.readTemperature(true);
```

Figura 66. Directriz de control de neblina y lluvia.

Luego de haber completado el código fuente, se procede a compilar los datos con el botón que presenta un visto en la parte izquierda superior, como se visualiza en la figura 67, que es el empacado de los datos que serán el programa que correrá cíclicamente cada 2 segundos en el arduino nano v3.



```
SENSN
ledvis();
control();
delay(2000);
}

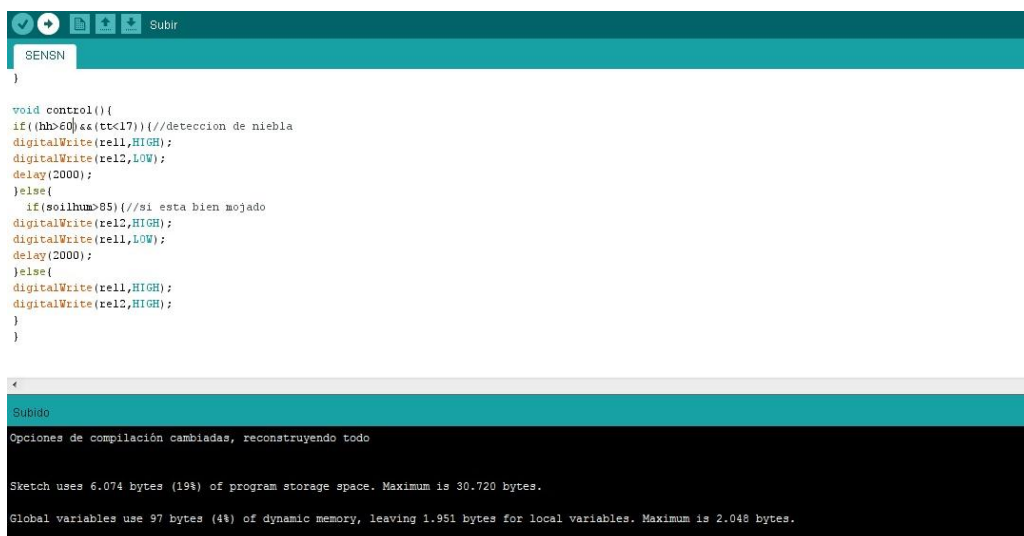
void control(){
if((hh>60)&&(tt<17)){//deteccion de niebla
digitalWrite(rel1,HIGH);
digitalWrite(rel2,LOW);
delay(2000);
}else{
if(soilhum>85){//si esta bien mojado
digitalWrite(rel2,HIGH);
digitalWrite(rel1,LOW);
delay(2000);
}else{
digitalWrite(rel1,HIGH);
digitalWrite(rel2,HIGH);
}
}
}

Opciones de compilación cambiadas, reconstruyendo todo

Sketch uses 6.074 bytes (19%) of program storage space. Maximum is 30.720 bytes.
Global variables use 97 bytes (4%) of dynamic memory, leaving 1.951 bytes for local variables. Maximum is 2.048 bytes.
```

**Figura 67.** Compilación de datos de arduino.

Luego de haber completado la compilación de datos, se procede a subir el programa con el botón que presenta una flecha hacia la derecha, en la parte izquierda superior, como se visualiza en la figura 68.



```
Subir
SENSN
}

void control(){
if((hh>60)&&(tt<17)){//deteccion de niebla
digitalWrite(rel1,HIGH);
digitalWrite(rel2,LOW);
delay(2000);
}else{
if(soilhum>85){//si esta bien mojado
digitalWrite(rel2,HIGH);
digitalWrite(rel1,LOW);
delay(2000);
}else{
digitalWrite(rel1,HIGH);
digitalWrite(rel2,HIGH);
}
}
}

Subido
Opciones de compilación cambiadas, reconstruyendo todo

Sketch uses 6.074 bytes (19%) of program storage space. Maximum is 30.720 bytes.
Global variables use 97 bytes (4%) of dynamic memory, leaving 1.951 bytes for local variables. Maximum is 2.048 bytes.
```

**Figura 68.** Subida de datos al arduino nano v3.

A continuación se instalaron los sensores de humedad y temperatura, además del sensor de lluvia en la parte frontal del vehículo, específicamente donde termina el parabrisas frontal como se observa en la figura 69, un lugar donde la humedad, temperatura y lluvia llegan con mayor facilidad, protegiendo al sensor de humedad y temperatura dentro de un recipiente plástico que le permitió obtener las mediciones de mejor manera, caso contrario con el sensor de lluvia, que está ubicado estratégicamente donde el líquido entre en contacto con facilidad.



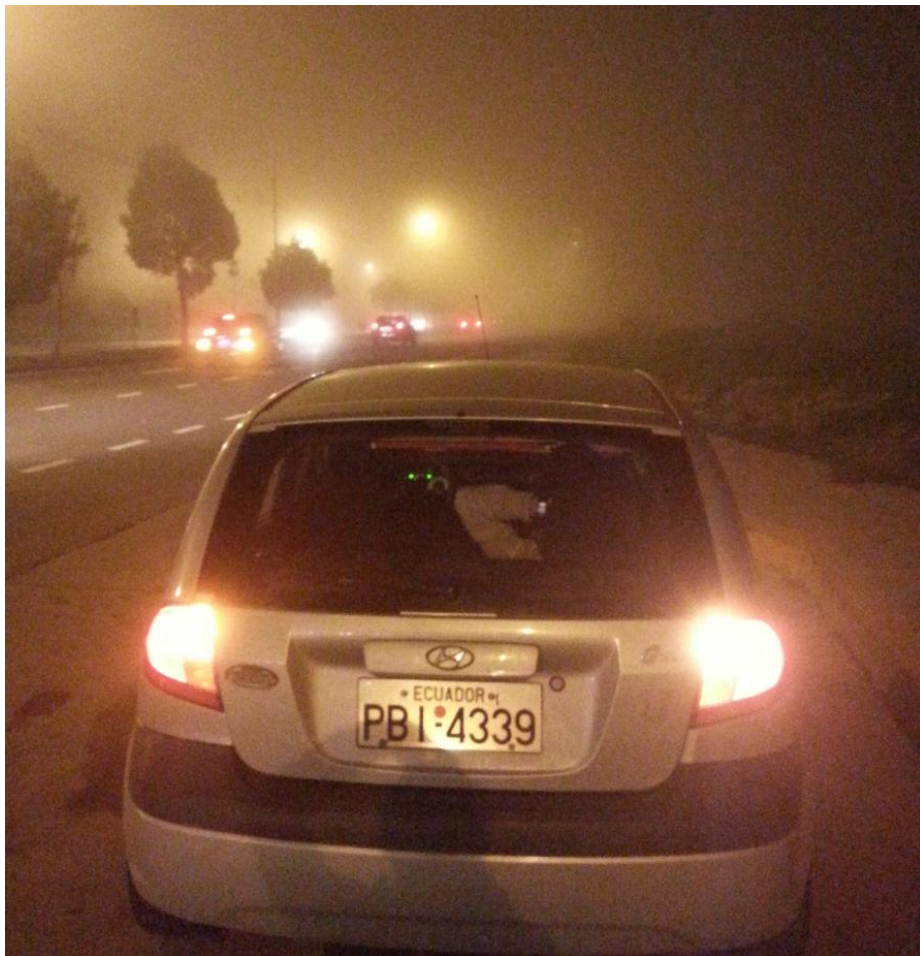
**Figura 69.** Ubicación de los sensores en el vehículo.

Se procedió con la prueba piloto del sistema para verificar que las señales de los sensores estaban llegando correctamente al módulo electrónico, para esto se instaló un soporte para accesorios electrónicos en el parabrisas frontal del vehículo, como se visualiza en la figura 70, donde se observa los cambios de humedad, temperatura y lluvia, al realizar pruebas de ruta ubicando sectores con alta presencia de cambios ambientales dentro de la ciudad, esto con el fin de entender el funcionamiento, agilidad, y tiempo de variación del sistema, con lo que se fue generando una idea de a qué temperatura y humedad, se presentaba la neblina.



**Figura 70.** Pruebas piloto de funcionamiento del módulo electrónico.

En la figura 71 se visualiza un ambiente propicio para la prueba piloto.



**Figura 71.** Ambiente propicio para pruebas.

Es de suma importancia comprender que las señales que se reciben de los sensores son separadas y totalmente independientes, así se las visualice como una sola, estas actúan de diferente manera, por ende el funcionamiento del módulo es variable.

Se conectó la placa arduino a un cable mini usb que obtiene 5 voltios por medio de un transformador de 12 voltios obtenidos de la batería, que está protegido por un fusible de 5 amperios en su interior, para evitar daños al momento de encender o apagar el vehículo o el modulo en sí.

Se debió tener en cuenta que la posición de la llave de encendido fue primordial para las pruebas que se realizó, donde se entiende que al momento de poner en la llave en la posición KOEO (Key On Engine Off), el vehículo esta energizado, pero con el motor apagado, y al momento de poner la llave en la posición KOER (Key On Engine Run), el vehículo esta energizado, pero con el motor encendido. Esto para evitar posibles daños físicos de las personas cercanas al vehículo.

### **4.3. MODIFICACIÓN DEL SISTEMA DE ILUMINACION FRONTAL**

Para el funcionamiento del sistema automático de luces, se instaló un juego de luces de color amarillo adicional en el lugar de las luces de dirección, y una tira de leds color naranja en el borde, para que las funciones de iluminación frontal no se vean afectadas como se visualiza en la figura 72.



**Figura 72.** Luz de dirección led.

Se modificó el socket de la luz de dirección para poder ubicarlo en la lámpara del vehículo como se ve en la figura 73.



**Figura 73.** Socket de luz de dirección modificado.

En la figura 74 se visualiza la bombilla led ubicada en el socket de luz de direccion modificada.



**Figura 74.** Bombilla led adaptada en el socket modificado.

En el mercado fue imposible conseguir bombillas led de color amarillo, así que se optó por modificar el color de las mismas, por medio de la fabricación de cápsulas en vidrio soplado, que simulan la temperatura de luz que se adapta al objetivo del proyecto.

En la figura 75 se visualiza el trabajo realizado para la obtención de cápsulas de vidrio soplado.



**Figura 75.** Fabricación de cápsulas de vidrio soplado.

Se tinturaron las cápsulas con pintura especial para vidrio, resistente al calor, como se visualiza en la figura 76.



**Figura 76.** Tinturado de cápsulas de vidrio soplado.



En la figura 77 se visualiza la modificación de color de las bombillas led, sus respectivas cápsulas de vidrio soplado.



**Figura 77.** Modificación de color de las bombillas led.

En la figura 78 se visualiza el resultado final de la bombilla led con la cápsula que modifica su tonalidad instalada en la lámpara.



**Figura 78.** Bombilla led con cápsula de color amarillo.

En la figura 79 se visualiza el resultado final de la modificación de los dos juegos de luces, cada uno con su adaptador y conexión h4 con lo que se facilita su instalación en el vehículo.



**Figura 79.** Resultado final de la adaptación de la lámpara.

#### **4.3.1. CIRCUITO ELÉCTRICO DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN FRONTAL AUTOMÁTICO**

Se debe tomar en cuenta que cuando el sistema automático de iluminación frontal, decide que en el ambiente hay presencia de neblina y/o lluvia, habilita el circuito de iluminación de color amarillo, deshabilitando instantáneamente el circuito de iluminación de color blanco, ambas cumpliendo las mismas funciones de conmutación de luz.

Para que el circuito funcione adecuadamente se realizó la siguiente modificación en el circuito original del vehículo, como se visualiza en la figura 80, donde el circuito se encuentra en reposo, es decir cuando el vehículo está apagado.

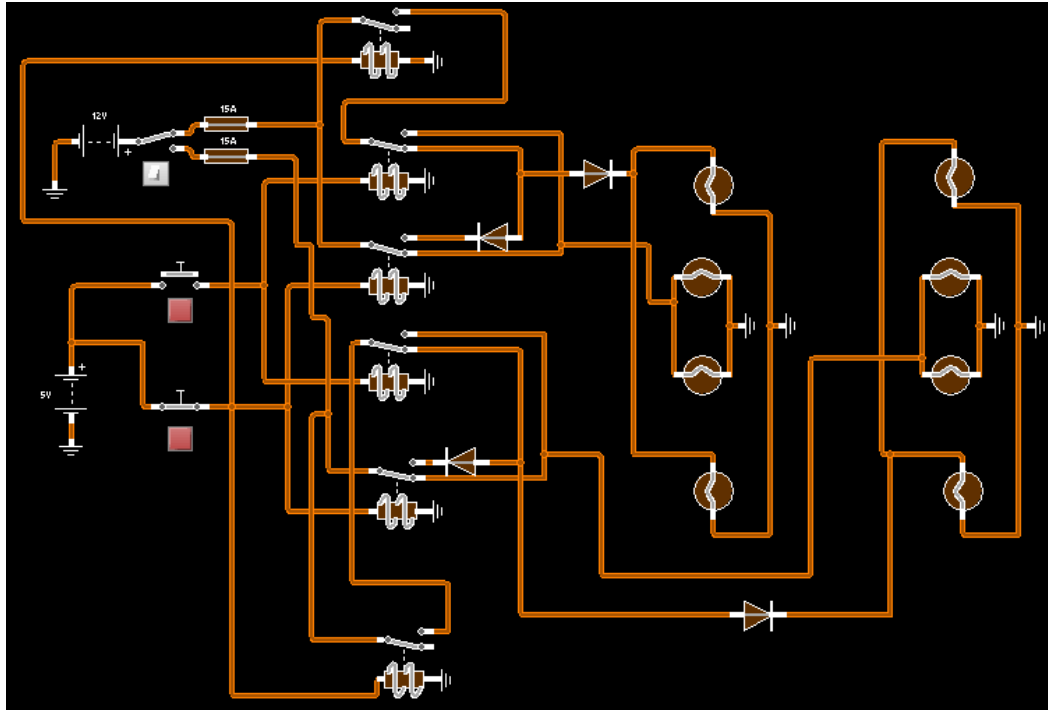


Figura 80. Circuito eléctrico modificado en reposo.

#### 4.3.1.1. Circuito eléctrico de luz de cruce

En la figura 81 se visualiza el circuito eléctrico funcionando en condiciones normales, con luz de cruce de color blanco.

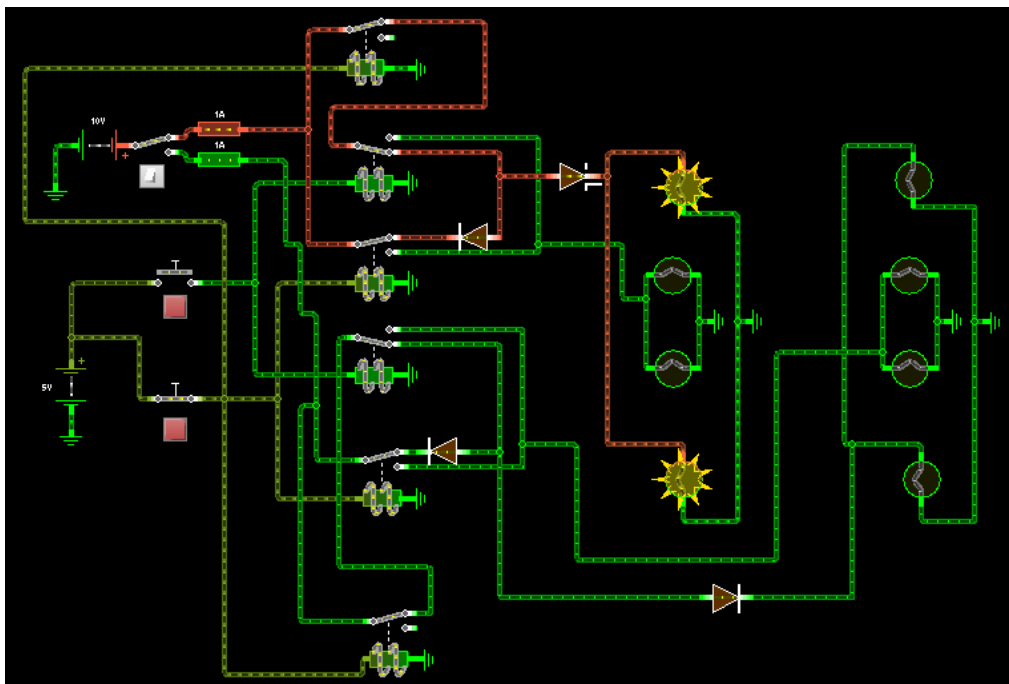
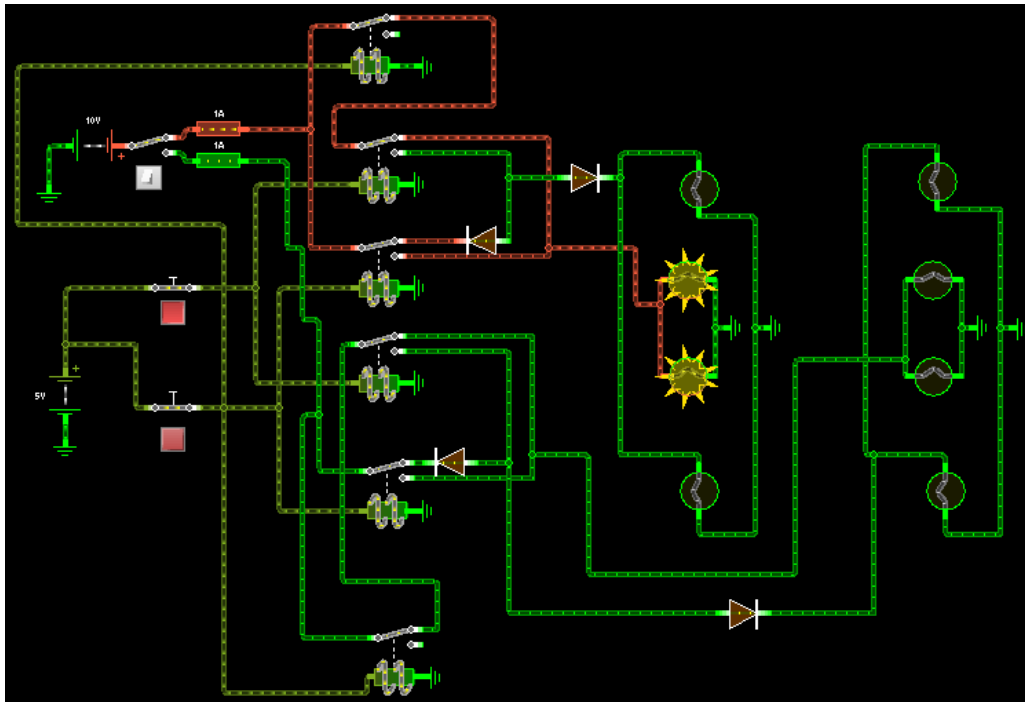


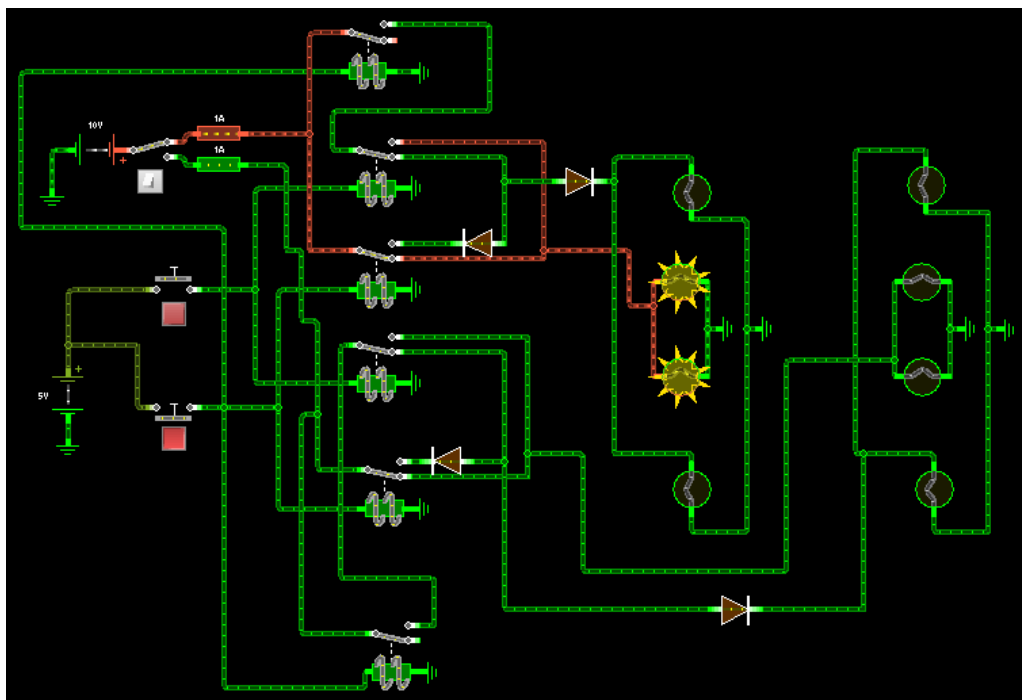
Figura 81. Circuito de luz de cruce en condiciones normales.

En la figura 82 se visualiza el circuito eléctrico funcionando bajo condiciones de neblina, con luz de cruce, pero ahora de color amarillo.



**Figura 82.** Circuito de luz de cruce bajo condiciones de neblina.

En la figura 83 se visualiza el circuito eléctrico funcionando bajo condiciones de lluvia, con luz de cruce, pero ahora de color amarillo.



**Figura 83.** Circuito de luz de cruce bajo condiciones de lluvia.

#### 4.3.1.2. Circuito eléctrico de luz de carretera

En la figura 84 se visualiza el circuito eléctrico funcionando en condiciones normales, con luz de carretera de color blanco.

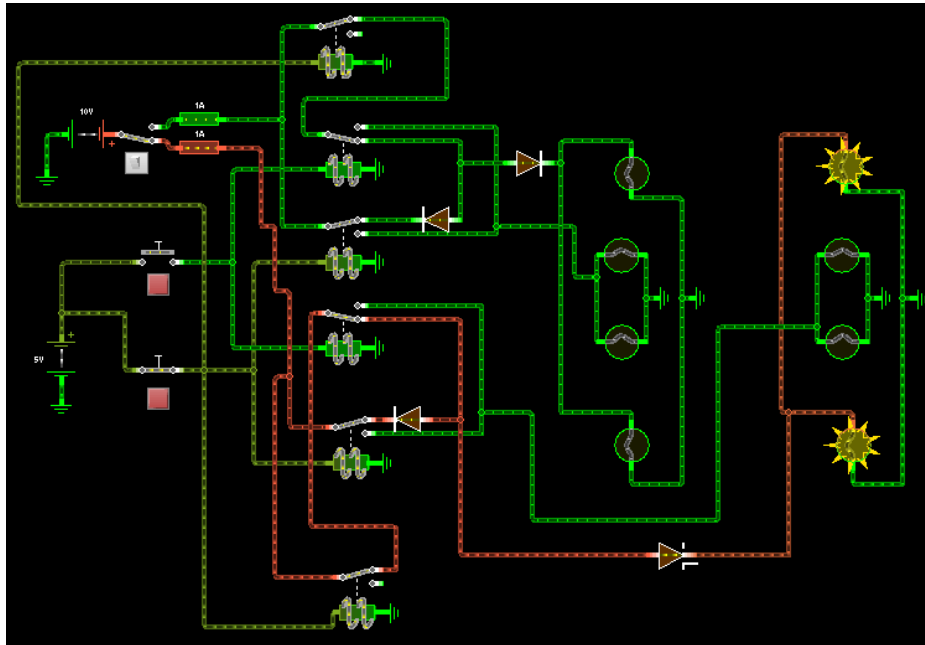


Figura 84. Circuito de luz de carretera en condiciones normales.

En la figura 85 se visualiza el circuito eléctrico funcionando bajo condiciones de neblina, con luz de carretera, pero ahora de color amarillo.

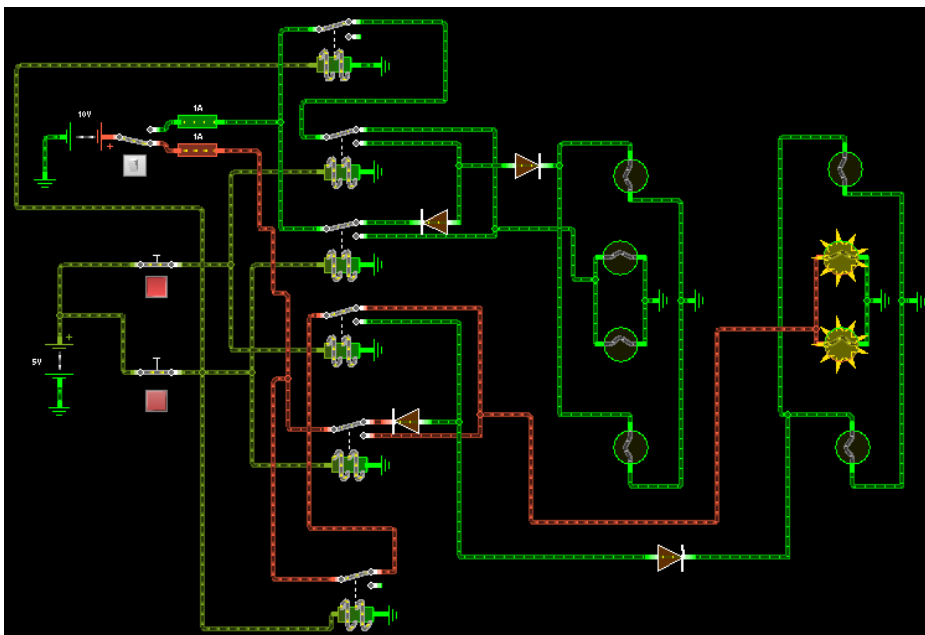


Figura 85. Circuito de luz de carretera bajo condiciones de neblina.

En la figura 86 se visualiza el circuito eléctrico funcionando bajo condiciones de lluvia, con luz de carretera, pero ahora de color amarillo.

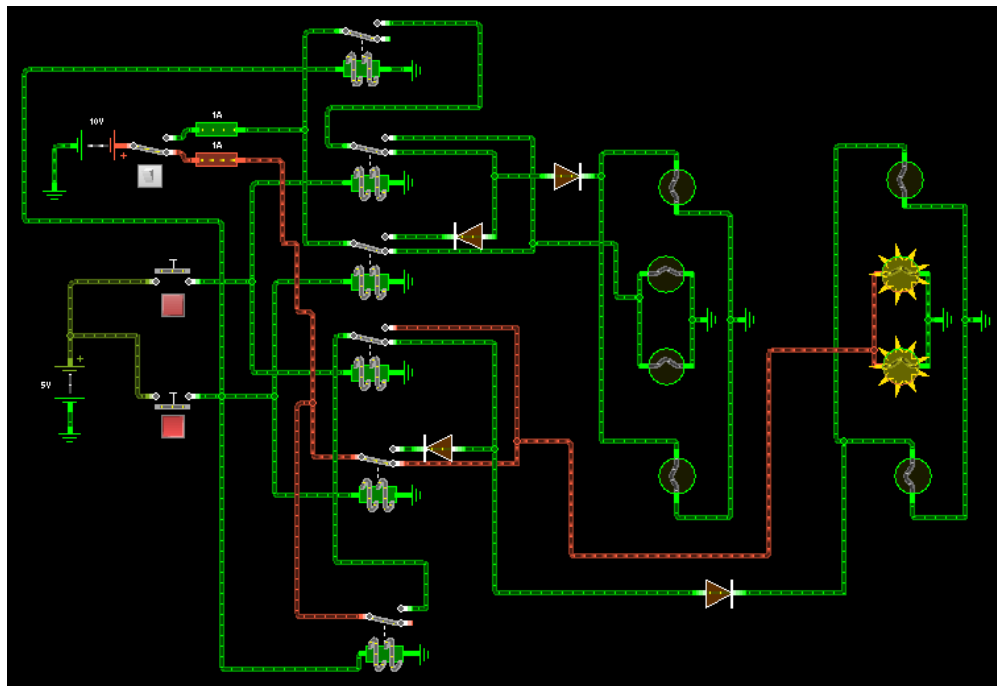


Figura 86. Circuito de luz de carretera bajo condiciones de lluvia.

#### 4.4. ANÁLISIS DE DATOS

Los datos que se obtuvieron en las pruebas de ruta, fueron primordiales para la calibración y reajuste del sistema, debido a que en situaciones similares, con presencia de neblina abundante, la temperatura bajó hasta llegar a 14 grados centígrados con una humedad relativa de 95 por ciento, además de presentarse lluvia que generó un valor de 66 por ciento, como se observa en la figura 87, la que fluctuaba dependiendo de la llegada de neblina y cambio de altitud.



Figura 87. Medición en presencia de neblina.

En la tabla 4 se presentan varios datos con ciertas observaciones que son importantes para entender de mejor manera las condiciones en las que se presenta neblina, con que intensidad y duración.

**Tabla 4.** Datos obtenidos en ruta con presencia de neblina.

<b>TEMPERATURA °C</b>	<b>HUMEDAD RELATIVA %</b>	<b>OBSERVACIÓN</b>
19	52	No existe neblina
18	54	No existe neblina
18	56	No existe neblina
18	57	No existe neblina
17	58	Neblina escasa
16	61	Presencia de neblina
16	62	Presencia de neblina
16	63	Presencia de neblina
15	66	Presencia de neblina
15	68	Presencia de neblina
15	70	Neblina abundante
14	72	Neblina abundante
14	73	Neblina abundante
14	76	Neblina abundante
14	79	Neblina abundante
13	83	Visibilidad reducida
13	85	Visibilidad nula

Lo que demostró que para existir neblina, la temperatura ambiente se redujo y la humedad relativa aumentó gradualmente, dando lugar a la neblina en pequeñas porciones, llegando a presentarse con abundancia.

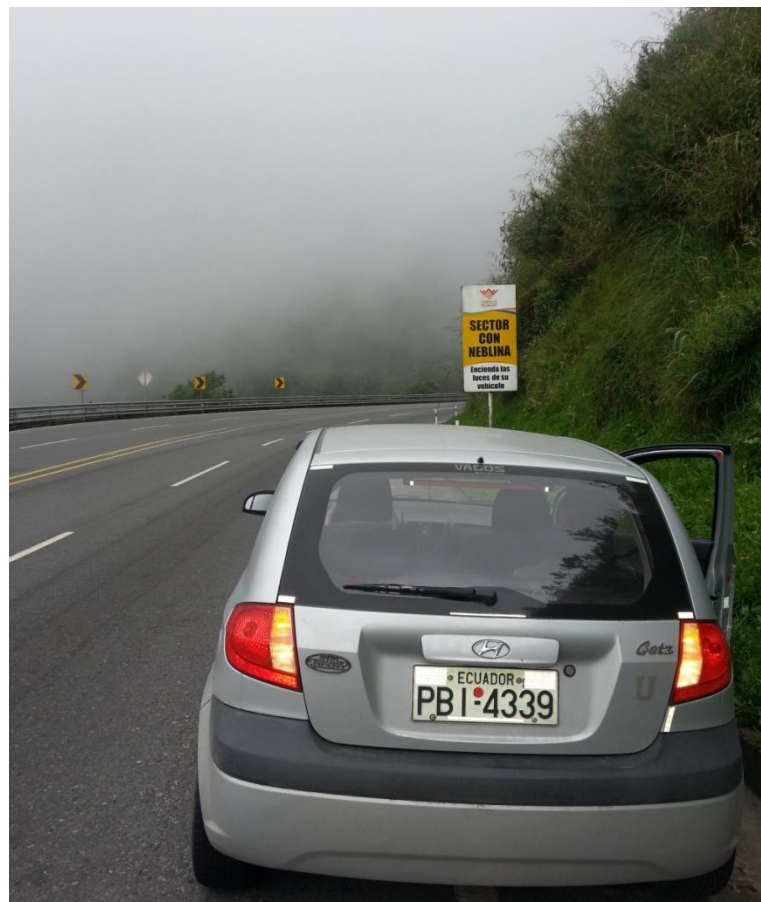
Cuando la humedad relativa sobrepasó el 60 por ciento, no se notaban cambios en la iluminación frontal, pero al disminuir de 17 grados a 16 grados centígrados, se pudo escuchar el accionamiento de uno de los relés, y como resultado se observó el cambio de color de la iluminación frontal, con lo que se tuvo una visibilidad más clara y por ende mayor confort en cuanto a conducción se refiere.

Con lo que se aseguró el correcto funcionamiento del sistema en condiciones de neblina, que al ser la más complicada en presentarse se detalla de mejor manera.

Se presentaron episodios donde la neblina disminuía por efectos de la vegetación, en este momento las mediciones variaban, haciendo que la calibración del módulo tenga efectos positivos, ya que si los valores obtenidos en la prueba piloto eran un poco obsoletos, al modificar el programa se adaptaron a las condiciones reales.

Las pruebas fueron realizadas en las vías: Aloag-Santo Domingo, Pifo-Baeza, y Calacali-Los bancos, donde la temperatura cambia constantemente.

En la figura 88 se visualiza la carretera Aloag-Santo Domingo, en un sector donde la neblina es abundante como lo indica la señalización vertical de la misma, por esta razón fue escogido como el lugar más idóneo para tomar los datos que forman parte de la programación del sistema.



**Figura 88.** Señalética vertical de información.



En la figura 89 se visualiza el proceso de modificación de los datos obtenidos en ruta, donde se acoplo el módulo electrónico al computador, por medio del cable mini usb, se compiló los nuevos valores, y se subió el nuevo programa al microprocesador.



**Figura 89.** Modificación de datos en prueba de ruta.

En la figura 90 se visualiza la conjugación de ambas condiciones adversas, las que dificultan la conducción en carretera, que se presentaron por episodios de 10 a 15 minutos cada uno con variación de cantidad de lluvia.



**Figura 90.** Conducción en condiciones adversas.

## 4.5. ILUMINACIÓN EN RUTA

Uno de los principales errores cometidos por los conductores es circular por las vías en presencia de neblina con luz de carretera (luz alta), debido a que esta clase de iluminación, genera que las partículas de agua que están suspendidas en el aire, se transformen en diminutos prismas, que crean reflexión de luz, la misma que hace que todas ellas difuminen y se presente una pantalla blanca frente al vehículo.

### 4.5.1. ILUMINACIÓN FRONTAL HALÓGENA

En la figura 91 se visualiza la iluminación frontal, obtenida con bombillas de tipo halógena, que es la más común en vehículos que circulan por las carreteras, con luz de cruce (luz baja), en un ambiente de poca iluminación, y en presencia de neblina.



**Figura 91.** Circulación en neblina con luz de cruce halógena.

En la figura 92 se visualiza la iluminación frontal, obtenida con bombillas de tipo halógena, con luz de carretera (luz alta), en un ambiente de poca

iluminación, y en presencia de neblina, donde se observa la poca visibilidad generada por la pantalla blanca.



**Figura 92.** Circulación en neblina con luz de carretera halógena.

#### 4.5.2. ILUMINACIÓN FRONTAL LED

En la figura 93 se visualiza el vehículo en condiciones normales, sin presencia de neblina, ni lluvia, con luz de color blanco.



**Figura 93.** Iluminación frontal de color blanco.

En la figura 94 se visualiza el vehículo en condiciones adversas, en presencia de neblina, sin lluvia, con luz de color amarillo.



**Figura 94.** Iluminación frontal de color amarillo.

En la figura 95 se visualiza la iluminación frontal, obtenida con bombillas de tipo led, con luz de cruce, en condiciones normales, y sin presencia de neblina.



**Figura 95.** Circulación condiciones normales con luz de cruce tipo led.

En la figura 96 se visualiza la iluminación frontal, obtenida con bombillas de tipo led, con luz de carretera, en condiciones normales, y sin presencia de neblina.



**Figura 96.** Circulación condiciones normales con luz de carretera tipo led.

En la figura 97 se visualiza el sistema de iluminación frontal modificado, con bombillas de tipo led, de color amarillo, y luz de cruce (luz baja), en presencia de neblina.



**Figura 97.** Circulación en neblina con luz de cruce tipo led.

En la figura 98 se visualiza el sistema de iluminación frontal modificado, con bombillas de tipo led, de color amarillo, y luz de carretera (luz alta), en presencia de neblina.



**Figura 98.** Circulación en neblina con luz de carretera tipo led.

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. CONCLUSIONES

- El módulo de relés del sistema electrónico, usado en este proyecto, fue diseñado para que uno de ellos permanezca normalmente cerrado, y el otro normalmente abierto, lo que se tomó en cuenta en el momento del diseño del circuito de relés de iluminación frontal. Ya que cuando el sistema estaba en reposo estos actuaron de manera diferente y pueden llegar a confundir al técnico durante la instalación.
- El vehículo utilizado en este proyecto posee un circuito de iluminación de fábrica, donde las señales emitidas por el control de luces es negativa, a diferencia de otros vehículos, que emiten señales positivas para su funcionamiento, para solucionar este problema, el diseño del circuito eléctrico tuvo que ser adaptado a la polaridad de diseño de fábrica.
- La selección de los sensores que se usaron, fue esencial para el correcto funcionamiento del sistema electrónico, el tipo de medición de gotas de agua fue el idóneo para este proyecto.
- Las luces de dirección led varían su frecuencia de encendido y apagado, debido a que el sistema original está diseñado para bombillas incandescentes de 21 vatios, y cualquier variación en la potencia de la luz de dirección con bombillas led, afectará directamente en la frecuencia de accionamiento del circuito.
- Los relés fueron importantes en este proyecto, ya que se utilizó señales de bajo consumo, para la activación de la bobina, el relé se convirtió en un puente entre la batería y cualquier elemento que necesite corriente.
- La luz de carretera (luz alta) como se observó en este proyecto, hace que las partículas de agua suspendidas en el aire, se presenten como una pantalla blanca frente al vehículo, con lo que el conductor reduce su capacidad de visualización del camino.



- La neblina se presentó en condiciones donde la temperatura disminuyó lo suficiente, como para hacer que las partículas de agua del ambiente se paralicen en el aire, como se observó, al disminuir la temperatura del aire la humedad relativa aumenta gradualmente, presentándose como consecuencia neblina en la ruta.

## 5.2. RECOMENDACIONES

- Se aconseja el uso de luz antiniebla delantera y posterior, para mejorar la visibilidad en carretera.
- Se recomienda no utilizar las luces de emergencia en presencia de neblina abundante, debido a que ésta sólo se observa a escasos metros del vehículo.
- Se aconseja tomar en cuenta el tipo de señal obtenida de los diferentes circuitos del vehículo, antes de diseñar los diferentes circuitos, ya que no todas son positivas como se acostumbra.
- Se aconseja la difusión y uso de la normativa DIN 72552, para la identificación técnica de bornes, lámparas, y luces del vehículo, con lo que se logra una fácil identificación de los mismos.
- Se recomienda revisar siempre el estado físico de las conexiones eléctricas del vehículo, debido a que por el pasar del tiempo, las masas suelen llenarse de tierra y otros elementos que generan una mala conexión, que pueden desencadenar otros problemas.

## NOMENCLATURA

<b>Fluctuación</b>	Variación de intensidad, de medida o de cualidad.
<b>Proliferación</b>	Incremento de la cantidad o el número de algo de forma rápida.
<b>Tungsteno</b>	Metal sólido de color blanco plateado, dúctil y difícil de fundir, se usa especialmente en los filamentos de las bombillas incandescentes.
<b>Compendio</b>	Conjunto de cualidades, características o rasgos visibles.
<b>Claxon</b>	Instrumento eléctrico que se emplea como aviso sonoro en los automóviles.
<b>Borne</b>	Pieza metálica en forma de botón que sirve para comunicar un aparato eléctrico o una máquina con un hilo de la corriente eléctrica.
<b>Anómalo</b>	Anormal, que es distinto de lo conocido.
<b>Pin</b>	Terminal de conexión de un circuito eléctrico.
<b>Yunque</b>	Terminal donde el relé permanece unido por medio de electricidad.
<b>Homologación</b>	Comparación de características de referencia.
<b>Conmutación</b>	Intercambio de una cosa o situación por otra diferente.
<b>Ráfaga</b>	Golpe de luz intenso y repetitivo.
<b>Flasher</b>	Relé de intermitencia de la luz de emergencia
<b>Cometido</b>	Trabajo o función a cumplir de una cosa.
<b>Haz</b>	Rayos luminosos emitidos por una luz.

<b>Fotón</b>	Partícula de energía luminosa o electromagnética que se produce, se transmite y se absorbe.
<b>Baquelita</b>	Resina sintética plástica, que se usa para la formación de placas electrónicas.
<b>Directrices</b>	Norma o conjunto de normas e instrucciones que se establecen al programar una acción o un programa.
<b>Puntualizar</b>	Exponer de forma más amplia una idea.
<b>Zumbador</b>	Bocina electroacústica que produce un sonido.
<b>Pivote</b>	Pulsador que funciona como interruptor en las puertas.
<b>Hardware</b>	Conjunto de elementos físicos que constituyen una computadora o un sistema informático.
<b>Conductividad</b>	Propiedad natural de los cuerpos que permiten el paso de temperatura o electricidad a través de ellos.
<b>Adverso</b>	Condición climática desfavorable.
<b>SRAM</b>	Memoria estática de acceso aleatorio.
<b>EPROM</b>	Memoria borrable para datos momentáneos.
<b>Socket</b>	Pieza de plástico en la que se encajan los terminales de un foco para conectarlo a la electricidad.
<b>Capsulas</b>	Recubrimiento de vidrio, que cambia el color de la luz, similar al de las bombillas halógenas
<b>Ralentizan</b>	Hace que una acción sea lenta.
<b>Punto de rocío</b>	Temperatura a la que comienza a condensarse el vapor de agua, produciendo gotitas de agua en el aire.
<b>Raudal</b>	Cantidad de agua que corre con rapidez.

## **BIBLIOGRAFÍA**

## BIBLIOGRAFÍA

- ALONSO PÉREZ, J. M. (2007). *TÉCNICAS DEL AUTOMOVIL: EQUIPO ELÉCTRICO*. MADRID: EDITORIAL PARANINFO.
- ARDUINO. (2016). *ARDUINO BOARD NANO*. Recuperado el 23 de MAYO de 2016, de CARACTERÍSTICAS ARDUINO NANO: <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardNano>
- ARIAS MUÑOZ, D. F. (2016). *DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA ELECTRÓNICO INTERACTIVO PARA EL MONITOREO DEL FUNCIONAMIENTO DE ACCESORIOS ELÉCTRICOS DEL VEHÍCULO*. QUITO: UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL.
- AUTOLIGHTING. (20 de DICIEMBRE de 2014). *HEADLIGHT LED H7*. Recuperado el 12 de MAYO de 2016, de ALIEXPRESS: [http://es.aliexpress.com/store/product/Car-Styling-For-Hyundai-Elantra-Headlights-2011-2014-Elantra-MD-LED-Headlight-led-drl-H7-hid/1330189\\_32468557002.html](http://es.aliexpress.com/store/product/Car-Styling-For-Hyundai-Elantra-Headlights-2011-2014-Elantra-MD-LED-Headlight-led-drl-H7-hid/1330189_32468557002.html)
- BALERIOLA, G., & LEDESMA, M. (2003). *METEOROLOGÍA: APLICADA A LA AVIACION*. BARCELONA: THOMSON/PARANINFO.
- BOYLESTAD, R., & NASHESKY, L. (2009). *ELECTRÓNICA: TEORÍA DE CIRCUITOS Y DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS*. NAUCALPÁN DE JUAREZ, MÉXICO: PEARSON EDUCACIÓN DE MÉXICO.
- CANDO SANTO, F. O., & TIPÁN SUÁREZ, A. M. (2010). *“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA INTELIGENTE DE LUCES, VENTANILLAS ELÉCTRICAS Y LIMPIAPARABRISAS CONTROLADO MEDIANTE COMANDOS DE VOZ”*. LATACUNGA: ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO.
- CENGEL, Y. (2011). *TRANSFERENCIA DE CALOR Y MASA: FUNDAMENTOS Y APLICACIONES*. MEXICO DF: MCGRAW-HILL.
- CREATIVE COMMONS. (02 de OCTUBRE de 2011). *INVENTABLE.EU*. Recuperado el 09 de mayo de 2016, de <http://www.inventable.eu/introduccion-a-los-reles/>
- CUADRAT, J. M., & PITA, M. F. (2009). *CLIMATOLOGÍA*. ZARAGOZA: CATEDRA.

- EVANS, B. (2007). *ARDUINO: MANUAL DE PROGRAMACIÓN*. SAN FRANCISCO, CALIFORNIA: CREATIVE COMMONS.
- FAJARDO, J. (2012). *GUÍA BÁSICA DE ARDUINO*. BOGOTA: ROBOTICA COLOMBIANA.
- GIL, H. (2007). *CIRCUITOS ELECTRONICOS EN EL AUTOMOVIL*. BARCELONA: CEAC TECNICO AUTOMOVIL.
- GUANGZHOU MATEC ELECTRONIC. (15 de MARZO de 2014). *ALIBABA*. Recuperado el 12 de MAYO de 2016, de CREE CAR HEADLIGHT KIT: <https://spanish.alibaba.com/p-detail/h7-led-headlight-kit-24w-2200lm10-32v-dc-cree-led-car-headlight-kit-1961735341.html>
- HELLA. (12 de DICIEMBRE de 2014). *LEGAL REQUIREMENTS BROCHURE HELLA*. Recuperado el 11 de MAYO de 2016, de HELLA GROUP:  
[https://www.hella.com/truck/assets/media/673\\_Legal%20Requirements\\_Brochure\\_HELLA\\_ES.pdf](https://www.hella.com/truck/assets/media/673_Legal%20Requirements_Brochure_HELLA_ES.pdf)
- HERMOSA DONANTE, A. (2007). *PRINCIPIOS DE ELECTRICIDAD Y ELECTRÓNICA*. BARCELONA: ALFAOMEGA MARCOMBO.
- HYUNDAI, M. (2009). *MANUAL DEL PROPIETARIO GETZ*. ULSAN: HYUNDAI MOTOR COMPANY.
- ILIGHT. (2014). *LED HEADLIGHT PRODUCT MANUAL*. GUANGZHOU: DONGHUA INDUSTRY.
- INSTITUTO DE EDUCACIÓN SECUNDARIA BURGUILLOS. (12 de JUNIO de 2009). *COLEGIO SAGRADO CORAZÓN DE JESÚS*. Recuperado el 12 de MAYO de 2016, de TEORIA DE ARDUINO: [http://www.cscjprofes.com/wp-content/uploads/2014/02/teoria\\_arduino2009.pdf](http://www.cscjprofes.com/wp-content/uploads/2014/02/teoria_arduino2009.pdf)
- LEDEZMA JIMENO, M. (2011). *PRINCIPIOS DE METEOROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA*. MADRID: PARANINFO.
- LÓPEZ CÁRDENAS, J. P., & DÁVILA MARÍN, P. F. (2011). "DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN TABLERO DIDÁCTICO DE UN SISTEMA DE LUMINARIAS INTELIGENTES PARA DIRECCIONAR DE ACUERDO A LA TRAYECTORIA Y VELOCIDAD DEL VEHÍCULO".

- RIOBAMBA: ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO.
- MCROBERTS, M. (2010). *BEGINNING ARDUINO*. NEW YORK: TECHNOLOGY IN ACTION.
- MECANICA AUTOMOTRIZ FÁCIL. (2006). *ELECTRÓNICA Y ELECTRICIDAD AUTOMOTRIZ*. MEXICO: MÉXICO DIGITAL COMUNICACIÓN.
- MORALES ROSALES, W. A., & PATIN SANDOVAL, B. L. (2011). "*DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA ELECTRÓNICO DE ALARMA E INMOVILIZACIÓN VEHICULAR CON RECONOCIMIENTO DE HUELLA DACTILAR Y CONFIGURACIÓN VÍA BLUETOOTH*". LATACUNGA: ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO.
- NORMA DE LA INDUSTRIA ALEMANA. (30 de ENERO de 2013). 72552. Recuperado el 09 de MAYO de 2016, de LAMBDA AUTOMOTIVE ESPAÑA: [http://www.lambda-automotive.es/files/cursos/elec\\_aplicada/videos/72552.pdf](http://www.lambda-automotive.es/files/cursos/elec_aplicada/videos/72552.pdf)
- RACE. (18 de ABRIL de 2006). *ILUMINACION Y SEGURIDAD VIAL*. Recuperado el 12 de MAYO de 2016, de REAL AUTOMOVIL CLUB DE ESPAÑA: <http://www.race.es/documents/10279/13355/INFORME+2006+Iluminaci%C3%B3n+autom%C3%B3vil/944f7d6f-c66e-4063-a2ff-9a3301b5791c>
- ROS MARÍN, J. A., & BARRERA DOBLADO, Ó. (2011). *SISTEMAS ELÉCTRICOS Y DE SEGURIDAD Y CONFORTABILIDAD*. MADRID: PARANINFO.
- RUEDA SANTANDER, J. (2010). *TÉCNICO EN MECÁTRONICA & ELECTRÓNICA AUTOMOTRIZ*. BOGOTA: DIESEL.
- SÁNCHEZ PÉREZ, C. O., & OROSCO SISALIMA, N. P. (2012). "*DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL CONTROL DE LUCES DINÁMICAS DE XENÓN A INSTALARSE EN EL AUTOMÓVIL SUZUKI I DE LA DISTRIBUIDORA RG*". LATACUNGA: ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO.



- SERWAY, R., & VUILLE, C. (2013). *FUNDAMENTOS DE FÍSICA*. MEXICO DF.: CENGAGE LEARNING.
- SOLDER PAD. (22 de JUNIO de 2011). *ARDUINO NANO 3*. Recuperado el 12 de MAYO de 2016, de SOLDER PAD: <http://solderpad.com/solderpad/arduino-nano-3/>
- TIPPENS, P. (2007). *FÍSICA CONCEPTOS Y APLICACIONES*. MEXICO DF.: MCGRAW-HILL INTERAMERICANA.
- TORNQUIST, J. (2008). *COLOR Y LUZ TEORÍA Y PRÁCTICA*. BARCELONA: GUSTAVO GILI.
- TREND ILUMINACIÓN, I. (01 de MAYO de 2012). *CARACTERÍSTICAS LED*. Recuperado el 12 de MAYO de 2016, de LEDBOX: <http://blog.ledbox.es/informacion-led/temperatura-de-color-en-las-luces-led>
- VALLÉE, J. L. (2006). *GUÍA TÉCNICA DE METEOROLOGÍA*. BARCELONA: OMEGA.
- WORLD PRESS. (14 de NOVIEMBRE de 2008). *BLOG DE LA PASIÓN POR EL LED*. Recuperado el 12 de MAYO de 2016, de GUÍA DEL LED PARA NOVATOS: <https://pasionporelled.wordpress.com/author/ledpassion/page/4/>

**ANEXOS**

# ANEXOS

## ANEXO 1

### Designación de bornes

En el anexo 1 se visualiza la designación de bornes y de lámparas presentes en el vehículo.

NORMA DIN 72552 – DESIGNACION DE BORNES	
1	Baja tensión (bobina de encendido, distribuidor de encendido)
<b>Distribuidor de encendido con dos circuitos separados</b>	
1a	al interruptor de encendido I
1b	al interruptor de encendido II
2	Borne de cortocircuito (encendido magnético)
4	Alta tensión (bobina de encendido, distribuidor de encendido)
<b>Distribuidor de encendido con dos circuitos separados</b>	
4a	de la bobina de encendido I, borne 4
4b	de la bobina de encendido II, borne 4
7	Resistencias de base hacia el distribuidor de encendido o desde éste (contacto de mando)
15	Polo positivo conmutado detrás de la batería, salida del interruptor de encendido
15a	Salida de la resistencia en serie hacia la bobina de encendido
17	Interruptor de arranque por incandescencia, arranque
19	Interruptor de arranque por incandescencia, pre-incandescencia
30	Entrada directa desde polo positivo de la batería
30a	Comutación desde batería, entrada desde polo positivo de la batería II en instalaciones de 12/24 V
31	Cable de retorno, directamente al polo negativo de la batería o a masa
31b	Retorno al polo negativo de la batería o a masa a través de interruptor o relé (polo negativo conmutado)
<b>Motores eléctricos</b>	
32	Cable de retorno*
33	Conexión principal*
33a	Desconexión final
33b	Campo en derivación
33f	para segunda fase menor de revoluciones
33g	para tercera fase menor de revoluciones
33h	para cuarta fase menor de revoluciones

33L	sentido de giro a la izquierda
33R	sentido de giro a la derecha
<i>(*Es posible el cambio de polaridad entre bornes 32-33)</i>	

#### Generadores, reguladores, instalaciones de arranque, iluminación

44	Compensación de tensión en los reguladores de generador cuando funcionan dos o más generadores en paralelo
45	Salida en el relé de arranque independiente, entrada en el motor de arranque (corriente principal)
<b>Con dos motores de arranque funcionando en paralelo</b>	
45a	Salida del relé de arranque para corriente de engrane del motor de arranque I, entrada motores de arranque I y II.
45b	Salida del relé de arranque para corriente de engrane del motor de arranque II.
<b>Supervisión del proceso de arranque</b>	
48	Borne en el motor de arranque y en el relé de arranque repetido.
49	Emisor de intermitencias (emisor de impulsos), entrada
49a	Emisor de intermitencias (emisor de impulsos), salida
49b	Salida del emisor de intermitencias, segundo circuito de intermitencias
49c	Salida del emisor de intermitencias, tercer circuito de intermitencias
50	Mando (directo) del motor de arranque
50a	Mando del motor de arranque (indirecto), salida en el conmutador de batería
50b	Mando del motor de arranque cuando funcionan en paralelo dos motores de arranque con servomando
50c	Entrada del relé de arranque para servomando de la corriente de engrane en el relé de arranque para el motor de arranque I cuando funcionan en paralelo dos motores de arranque
50d	Entrada del relé de arranque para servomando de la corriente de engrane en el relé de arranque para el motor de arranque II cuando funcionan en paralelo dos motores de arranque
50e	Relé de bloqueo de arranque, entrada
50f	Relé de bloqueo de arranque, salida
50g	Relé de repetición de arranque, entrada
50h	Relé de repetición de arranque, salida
51	Tensión continua en el rectificador de los generadores de corriente alterna

51e	Lo mismo con generadores de corriente alterna y bobina de reactancia para marcha diurna
52	Guarda-neumáticos u otras transmisiones de señal desde el remolque al vehículo tractor
53	Motor del limpiaparabrisas, entrada (+)
53a	Limpiaparabrisas (+), paro final
53b	Limpiaparabrisas (bobina en derivación)
53c	Bomba eléctrica del lavaparabrisas
53e	Limpiaparabrisas (bobina de frenado)
53i	Motor del limpiaparabrisas con imán permanente y tercera escobilla (para gran velocidad)
54	Luz de freno en los dispositivos de enchufe o en las combinaciones de luces.
54g	Válvula de aire comprimido y accionamiento electromagnético para freno continuo en el remolque
55	Faros antiniebla
56	Luz de faros
56a	Luz de carretera y control de luz de carretera
56b	Luz de cruce
56d	Contacto ráfagas luminosas
57	Luces de posición para motocicletas (en el extranjero, también para turismos, camiones, etc.)
57a	Luz de estacionamiento
57L	Luz de estacionamiento, izquierda
57R	Luz de estacionamiento, derecha

#### Generadores, reguladores, iluminación, instalaciones adicionales

58	Luces de posición, pilotos traseros, luz de iluminación de matrícula y de instrumentos
58b	Conmutación de alumbrado piloto en tractores de un solo eje
58c	Dispositivo de enchufe del remolque para alumbrado piloto de tendido monofilar y protegido en el remolque
58d	Iluminación regulable de instrumentos
58L	Luz piloto y de posición izquierda
58R	Luz piloto y de posición derecha, luz de iluminación matrícula

<b>Generador de corriente alterna (magneto)</b>	
59	Tensión alterna, salida
<b>Rectificador, entrada</b>	
59a	Inducido de carga, salida
59b	Inducido de luz piloto, salida
59c	Inducido de luz de freno, salida
61	Control de carga
63	Regulador para la variación de la tensión de regulación
63a	Regulador para la variación de la limitación de intensidad
64	Regulador con semiconductores para la limitación de intensidad y en el generador para la conexión del conductor de mando
71	Dispositivo de conexión sucesiva de dos tonos, entrada
<b>Dispositivo de conexión sucesiva de dos tonos, salida</b>	
71a	a bocinas 1 y 2, grave
71b	a bocinas 1 y 2, agudo
72	Interruptor de alarma (luz giratoria)
75	Radio, encendedor
76	Altavoz
77	Componentes de mando de puertas
<b>Conmutadores</b>	
81	Contactos de apertura y conmutación, entrada
<b>Apertura y conmutación (contactos de apertura)</b>	
81a	primera salida
81b	segunda salida
82	Contactos de cierre, entrada
82a	Contactos de cierre, primera salida
82b	Contactos de cierre, segunda salida

82z	Contactos de cierre, primera entrada
82y	Contactos de cierre, segunda entrada
<b>Conmutador de varias posiciones (conmutador de etapas)</b>	
83	Entrada
83a	Salida, posición 1
83b	Salida, posición 2
83L	Salida, posición izquierda
83R	Salida, posición derecha

#### Relés de corriente

84	Entrada, accionamiento y contacto de relés
84a	Salida, accionamiento
84b	Salida, contacto de relés

#### Relés de conmutación

85	Salida, accionamiento (final del bobinado, polo negativo o masa)
<b>Entrada, accionamiento</b>	
86	Comienzo del bobinado
86a	Comienzo del bobinado o primera vuelta del bobinado
86b	Derivación en la bobina o segunda vuelta del bobinado
87	Contacto de relé en contactos de apertura y conmutación, entrada
<b>Contacto de relé en contactos de apertura y conmutación, (lado de contactos de apertura)</b>	
87a	primera salida
87b	segunda salida
87c	tercera salida
<b>Contacto de relé en contactos de apertura y conmutación</b>	
87z	primera entrada
87y	segunda entrada

87x	tercera entrada
88	Contacto de relé en contactos de cierre, entrada
<b>Contacto de relé en contactos de cierre y conmutación (lado de contactos de cierre)</b>	
88a	primera salida
88b	segunda salida
88c	tercera salida
<b>Contacto de relé en contactos de cierre y conmutación</b>	
88z	primera entrada
88y	segunda entrada
88x	tercera entrada

**Generadores, reguladores de generadores**

B+	Polo positivo de la batería
B-	Polo negativo de la batería
D+	Polo positivo de la dinamo
D-	Polo negativo de la dinamo
DF	Campo de la dinamo
DF1	Campo 1 de la dinamo
DF2	Campo 2 de la dinamo

**Generador de corriente trifásica**

U,V,W	Bornes de corriente trifásica
-------	-------------------------------

**Generador de corriente trifásica con rectificadores independientes**

J	Bobina de excitación, polo positivo
K	Bobina de excitación, polo negativo
Mp	Borne del punto medio

**Indicadores de giro (emisor de luces intermitentes)**

C	Primera lámpara de control
---	----------------------------

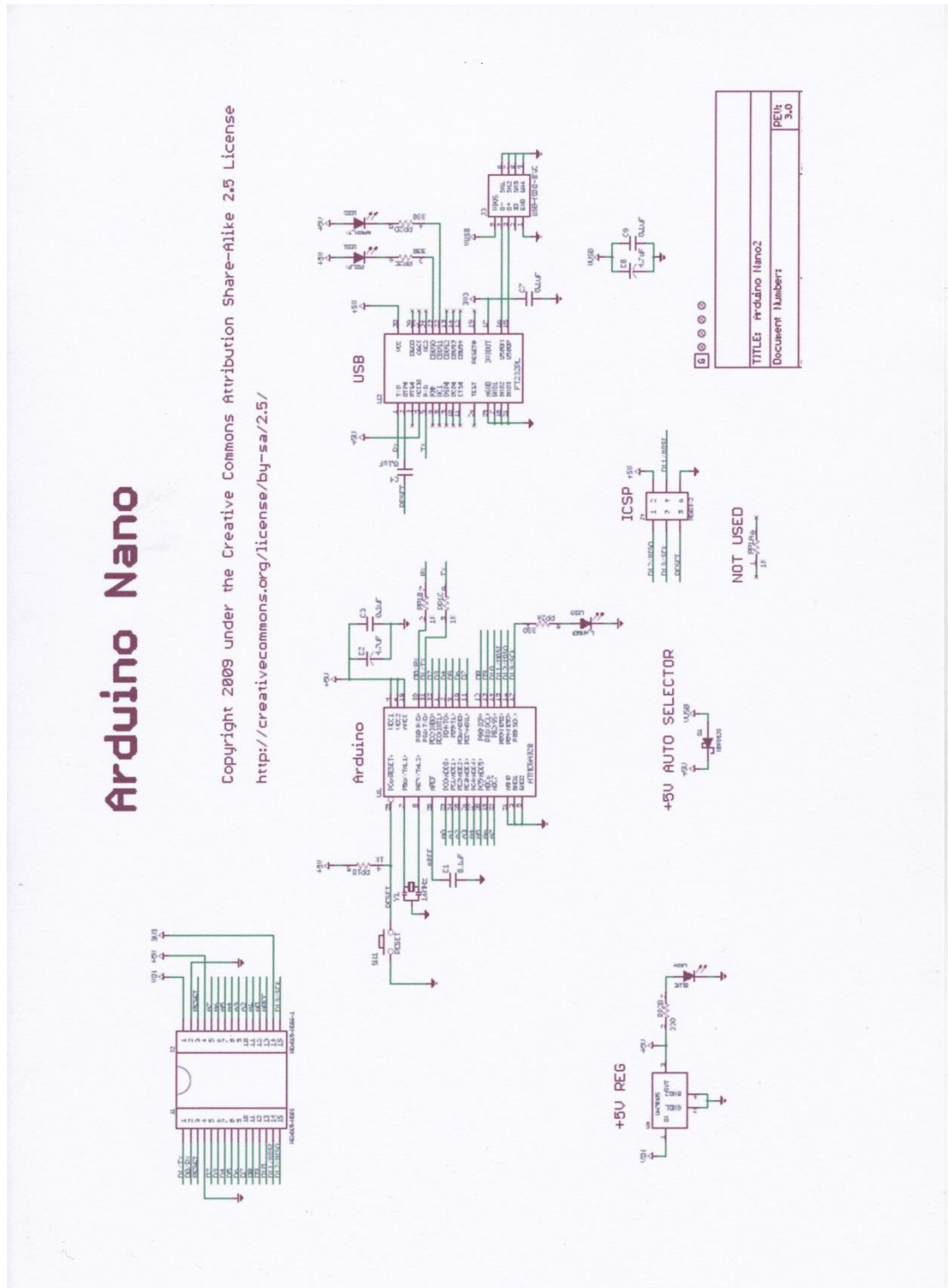


CO	Conexión principal para el circuito de control separado del emisor de intermitencias
C2	Segunda lámpara de control
C3	Tercera lámpara de control (p. ej. funcionamiento con remolque)
L	Luz intermitente izquierda
R	Luz intermitente derecha
3	Bombas de succión (energía magnética)
4	Alta tensión (energía de succión, distribuidor de energía)
5	Distribuidor de energía con dos circuitos separados
6a	de la bobina de encendido I, bobina 1
6b	de la bobina de encendido II, bobina 2
7	Resistencia de base hacia el distribuidor de encendido o desde éste (contacto de mando)
12	Polo positivo conectado detrás de la bobina, salida del interruptor de encendido
12a	Salida de la resistencia de base hacia la bobina de encendido
13	Interruptor de arranque por inductancia, arranque
13a	Interruptor de arranque por inductancia, pre-encendido
30	Entrada directa desde polo positivo de la bobina
30a	Conmutación desde bobina, entrada desde polo positivo de la bobina II en instalaciones de 12/24 V
31	Cable de retorno, directamente al polo negativo de la bobina o a masa
31a	Retorno al polo negativo de la bobina o a masa a través de interruptor o relé (polo negativo conectado)
Instalaciones eléctricas	
32	Cable de retorno
33	Conexión principal
33a	Desconexión final
33b	Campo en desconexión
33c	para segunda fase motor de revulsiones
33d	para tercera fase motor de revulsiones
33e	para cuarta fase motor de revulsiones

## ANEXO 2

### Ficha técnica arduino nano v3

En el anexo 2 se visualiza la ficha técnica que describe el esquema y diseño de la placa arduino nano v3.



# Arduino Nano

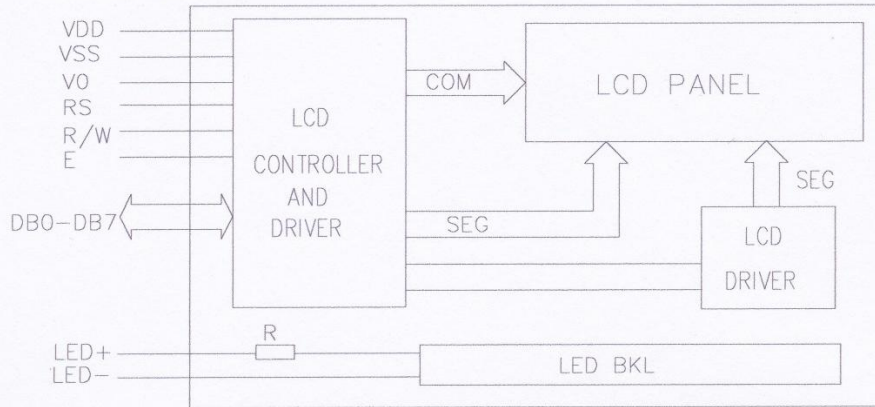
Copyright 2009 under the Creative Commons Attribution Share-Alike 2.5 License  
<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/2.5/>



#### 4. Absolute maximum ratings

Item	Symbol	Standard			Unit
Power voltage	$V_{DD}-V_{SS}$	0	-	7.0	V
Input voltage	$V_{IN}$	VSS	-	VDD	
Operating temperature range	$V_{OP}$	0	-	+50	°C
Storage temperature range	$V_{ST}$	-10	-	+60	

#### 5. Block diagram



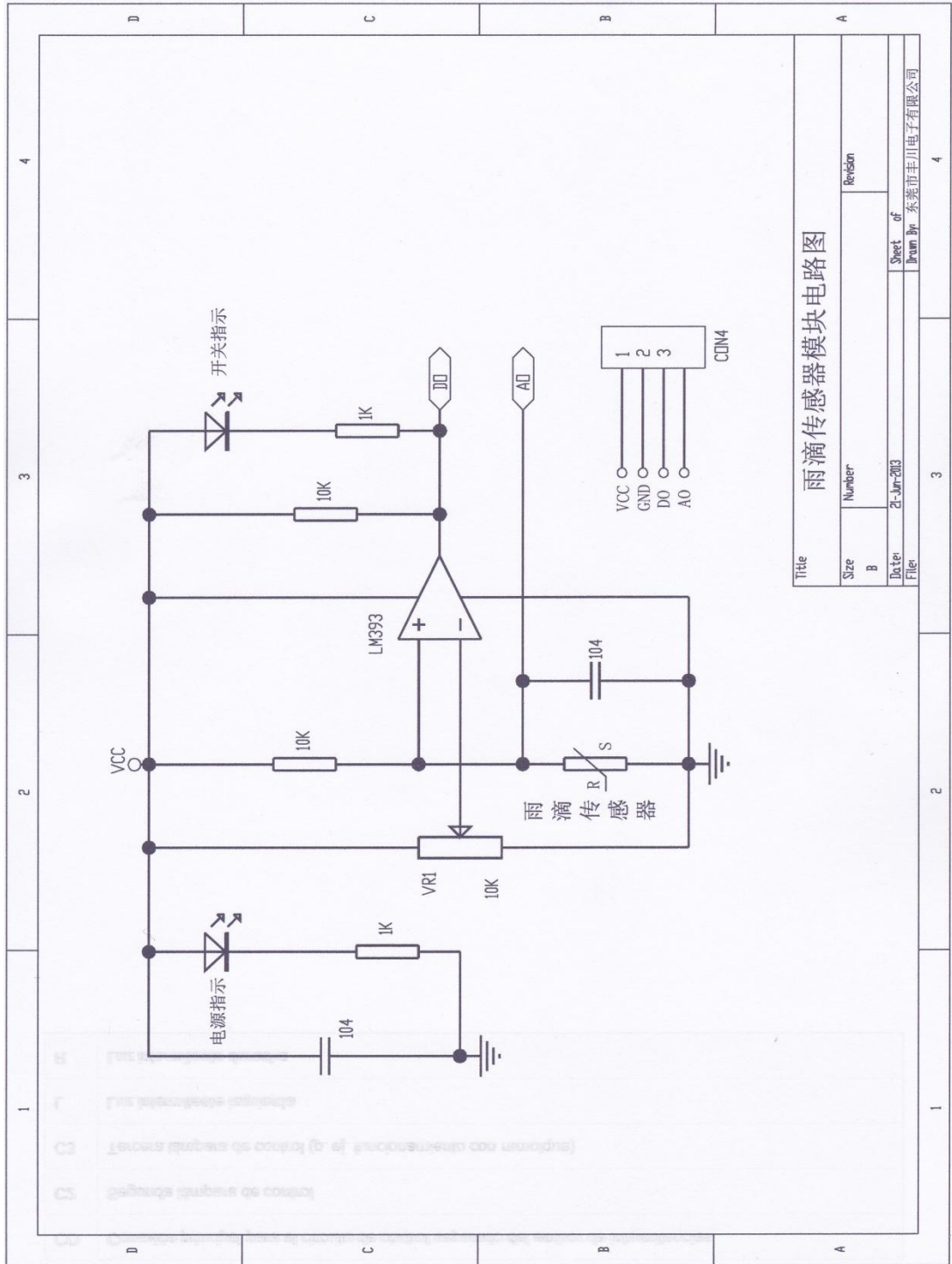
#### 6. Interface pin description

Pin no.	Symbol	External connection	Function
1	VSS	Power supply	Signal ground for LCM
2	VDD		Power supply for logic for LCM
3	V0		Contrast adjust
4	RS	MPU	Register select signal
5	R/W	MPU	Read/write select signal
6	E	MPU	Operation (data read/write) enable signal
7-10	DB0-DB3	MPU	Four low order bi-directional three-state data bus lines. Used for data transfer between the MPU and the LCM. These four are not used during 4-bit operation.
11-14	DB4-DB7	MPU	Four high order bi-directional three-state data bus lines. Used for data transfer between the MPU
15	LED+	LED BKL power supply	Power supply for BKL
16	LED-		Power supply for BKL

# ANEXO 4

## Ficha técnica sensor de lluvia

En el anexo 4 se visualiza la ficha técnica del sensor de lluvia.



## ANEXO 5

### Ficha técnica sensor humedad y temperatura

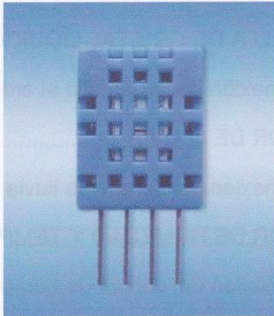
En el anexo 5 se visualiza la ficha técnica y características principales del sensor.

**AOSONG** Temp, Humidity & Dew point measurement experts

---

#### 1. Product Overview

DHT11 digital temperature and humidity sensor is a composite Sensor contains a calibrated digital signal output of the temperature and humidity. Application of a dedicated digital modules collection technology and the temperature and humidity sensing technology, to ensure that the product has high reliability and excellent long- term stability. The sensor includes a resistive sense of wet components and an NTC temperature measurement devices, and connected with a high- performance 8- bit microcontroller.



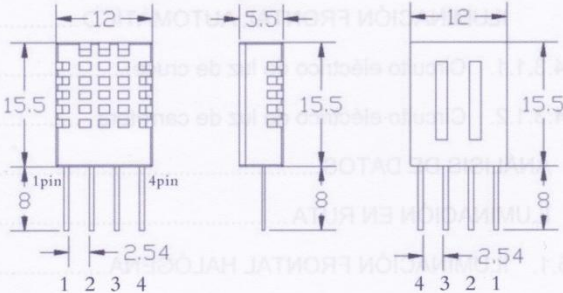
#### 2. Applications

HVAC, dehumidifier, testing and inspection equipment, consumer goods, automotive, automatic control, data loggers, weather stations, home appliances, humidity regulator, medical and other humidity measurement and control.

#### 3. Features

Low cost, long- term stability, relative humidity and temperature measurement, excellent quality, fast response, strong anti- interference ability, long distance signal transmission, digital signal output, and precise calibration.

#### 4. Dimensions (unit: mm)



Aosong(Guangzhou) Electronics Co.,Ltd. TEL.: 020-36042809 / 36380552 www.aosong.com  
- 1 -

## 5、 Product parameters

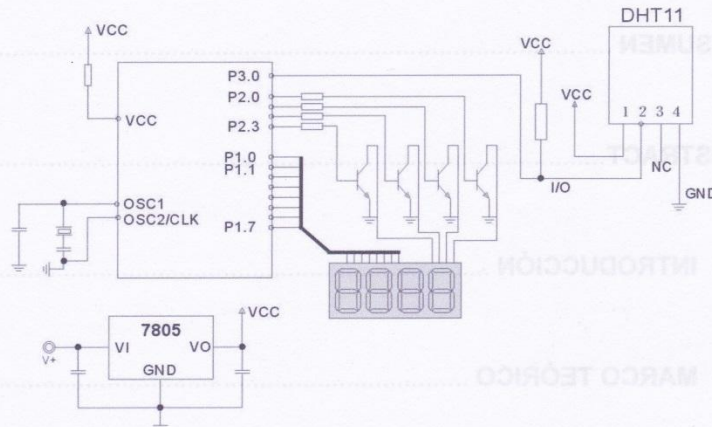
Relative humidity  
 Resolution: 16Bit  
 Repeatability:  $\pm 1\%$  RH  
 Accuracy: At 25°C  $\pm 5\%$  RH  
 Interchangeability: fully interchangeable  
 Response time: 1 / e (63%) of 25°C 6s  
 1m / s air 6s  
 Hysteresis:  $<\pm 0.3\%$  RH  
 Long- term stability:  $<\pm 0.5\%$  RH / yr in

Temperature  
 Resolution: 16Bit  
 Repeatability:  $\pm 0.2^\circ\text{C}$   
 Range: At 25°C  $\pm 2^\circ\text{C}$   
 Response time: 1 / e (63%) 10S

Electrical Characteristics  
 Power supply: DC 3.5~5.5V  
 Supply Current: measurement 0.3mA standby 60 $\mu$  A  
 Sampling period: more than 2 seconds

Pin Description  
 1, the VDD power supply 3.5~5.5V DC  
 2 DATA serial data, a single bus  
 3, NC, empty pin  
 4, GND ground, the negative power

## 6、 Typical circuit



Microprocessor and DHT11 of connection typical application circuit as shown above, DATA pull the microprocessor I / O ports are connected.

1. Typical application circuit recommended in the short cable length of 20 meters on the 5.1K pull- up resistor, the resistance of greater than 20 meters under the pull- up resistor on the lower of the actual situation.
2. When using a 3.5V voltage supply cable length shall not be greater than 20cm. Otherwise, the line voltage drop will cause the sensor power supply shortage, caused by measurement error.
3. Each read out the temperature and humidity values are the results of the last measurement For real- time data, sequential read twice, but is not recommended to repeatedly read the sensors, each read sensor interval is greater than 5 seconds can be obtained accurate data.

## 7、 Serial communication instructions (single- wire bi- directional)

### © Single bus Description

DHT11 uses a simplified single- bus communication. Single bus that only one data line, the system of data exchange, control by a single bus to complete. Device (master or slave) through an open- drain or tri- state port connected to the data line to allow the device does not send data to release the bus, while other devices use the bus; single bus usually require an external one about 5.1kΩ pull- up resistor, so that when the bus is idle, its status is high. Because they are the master- slave structure, and only when the host calls the slave, the slave can answer, the host access devices must strictly follow the single- bus sequence, if the chaotic sequence, the device will not respond to the host.

### © Single bus to transfer data defined

DATA For communication and synchronization between the microprocessor and DHT11, single- bus data format, a transmission of 40 data, the high first- out.