



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y
TELECOMUNICACIONES

**“Trabajo de grado previo a la obtención del Título de Ingeniera en
Electrónica y Telecomunicaciones”**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

Título del Proyecto

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE COMUNICACIÓN
PARA PREVENIR ACCIDENTES VEHICULARES EN LA VÍA RIOBAMBA –
AMBATO UTILIZANDO EL PROTOCOLO V2V**

AUTORAS:

Verónica Alexandra Macas Cando

Cinthia Elizabeth Mera Del Pino

Director:

Mg. José Luis Jinez Tapia

Riobamba – Ecuador

2016

Los miembros del tribunal de graduación del proyecto de investigación de título:

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE COMUNICACIÓN PARA PREVENIR ACCIDENTES VEHICULARES EN LA VÍA RIOBAMBA – AMBATO UTILIZANDO EL PROTOCOLO V2V, presentado por: **Verónica Alexandra Macas Cando y Cinthia Elizabeth Mera Del Pino**, dirigida por: **Mg. José Luis Jinez Tapia**.

Una vez escuchada la defensa oral y revisado el informe final del proyecto de investigación con fines de graduación escrito en la cual se ha constatado el cumplimiento de las observaciones realizadas, remite la presente para uso y custodia en la biblioteca de la Facultad de Ingeniería de la UNACH.

Para constancia de lo expuesto firman:

Ing. Aníbal Llanga

Presidente del Tribunal



Firma

Mg. José Jinez

Director del Proyecto



Firma

Ing. Paulina Vélez

Miembro del Tribunal



Firma

AUTORIA DE LA INVESTIGACION

La responsabilidad del contenido de este Proyecto de Graduación, nos corresponde exclusivamente a: **Verónica Macas Cando**, **Cinthia Mera Del Pino** y al **Ingeniero José Jinez**; y al patrimonio intelectual de la misma a la Universidad Nacional de Chimborazo.



Verónica Alexandra Macas Cando

C.I: 0605169598



Cinthia Elizabeth Mera Del Pino

C.I: 0201960853

AGRADECIMIENTO

Con el presente trabajo de tesis nos gustaría agradecerle primeramente a Dios por permitirnos llegar a donde hemos anhelado. A nuestros padres porque han estado siempre apoyándonos en todo momentos en nuestras caídas y por supuesto en todos nuestros triunfos y sobre todo por la confianza que han depositado en nosotras a lo largo de nuestro camino . A nuestros profesores que nos han impartido clases durante toda la carrera, porque todos han aportado con un granito de arena a nuestra formación tanto académica como profesional. A la universidad Nacional de Chimborazo por haber abierto sus puertas para formar parte y hoy profesionalmente agradecemos por todo el espacio y experiencia que nos brindaron a lo largo de nuestra vida estudiantil. De una manera especial al Ing. José Jinez por toda la colaboración, confianza y cariño que nos ha brindado durante la elaboración de este proyecto.

Verónica Macas

Cinthia Mera

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis hermosos padres Juan y María, por todo el amor y apoyo que me han brindado a lo largo de mi vida, esas manos extendidas que siempre han estado apoyándome en cada caída y logro alcanzado, ustedes son el pilar y la razón de mi vida.

A mis hermanos por el amor y las palabras de aliento que siempre he sentido desde que era una niña, esta una etapa más culmina y la vida sigue como siempre juntos para apoyarnos unos a otros en todos nuestros triunfos y logros.

A mis maestros por toda su paciencia, valores y sobre todo por sus conocimientos impartidos en clases preparándonos para la nueva etapa de nuestra vida.

A mis amigos(as), personas inmejorables; todas esas noches de estudio, de risas, de llanto y sobre todo una hermandad han hecho que ustedes tengan un lugar importante en mi vida y en mi corazón.

Y al ser más maravilloso Dios, por su sabiduría, su bondad y sobre todo confianza que me ha ayudado a sobresalir y valorar cada uno de los minutos de vida.

GRACIAS

Verónica Macas

DEDICATORIA

En primer lugar, a Dios el creador de todas las cosas, por su infinito amor y por haber estado conmigo en los momentos que más he necesitado, por darme salud y fortaleza, por haberme permitido culminar un peldaño más en mi vida, por protegerme durante todo el camino y darme fuerza para superar los obstáculos que se han presentado, porque nunca me ha dejado sola en el trayecto.

A mis padres Nelson y Rocío por ser los mejores, por haber estado conmigo, apoyándome en los momentos más difíciles, con su amor incondicional apoyándome en cada paso que he dado, ellos que me han formado con buenos hábitos y valores, por dedicar tiempo y esfuerzo para ser una mujer de bien, a mí hermano Sebastián que ha sabido ser mi cómplice de vida y estar conmigo siempre, también a un ángel muy especial que desde el cielo siempre guía mis pasos.

A la Universidad Nacional de Chimborazo, a sus autoridades y docentes por abrir sus puertas y darme la confianza necesaria para triunfar en mi formación profesional.

GRACIAS

Cinthia Mera

RESUMEN.....	XIII
ABSTRACT	XIV
CAPITULO I	2
1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	2
1.1. Antecedentes de la Investigación	2
1.1.1. Prueba piloto de la tecnología V2V	2
1.1.2. Comunicación entre coches e infraestructuras	2
1.1.3. Aplicación de comunicación entre vehículos V2V y vehículos e infraestructuras V2I.....	3
1.1.4. Mejora de la seguridad con la comunicación V2V	4
1.2. Sistemas V2V	5
1.2.1. Escenarios en los que se presenta la comunicación V2V	6
1.2.1.1. Seguridad	6
1.2.1.2. Tráfico.....	9
1.3. Estado del arte de las Redes Ad-Hoc	9
1.3.1. Definición de red Ad-hoc	10
1.3.2. Redes VANETs.....	11
1.3.3. Características de las redes VANET	12
1.3.4. Arquitectura de las Redes VANET	14
1.3.4.1. Dominio ad-hoc.	15
1.3.4.2. Dominio infra-structure	16
1.3.5. Parámetros de funcionamiento de las redes VANET	17
1.3.6. Frecuencias de operación para redes VANET	18
1.3.7. Protocolos de enrutamiento para redes VANET	18
1.4. Sistema Raspberry	22
1.4.1. Sistemas operativos para la raspberry	22
1.4.2. ELEMENTOS DE RASPEBERRY PI 2 B.....	24
1.5. Sensor ultrasónico MB7076	25
1.5.1. Ventajas.....	25
1.5.2. Descripción de los pines del sensor MB7076	26
1.6. ARDUINO UNO	27
1.6.1. Características	27
1.6.2. Aplicaciones del Arduino uno.....	28
CAPITULO II.....	29
2. METODOLOGÍA	29
2.1. TIPO DE ESTUDIO	29

2.1.1.	Según el objeto de estudio:	29
2.1.2.	Según la fuente de investigación:.....	29
2.1.3.	Según las variables:.....	29
2.2.	POBLACIÓN Y MUESTRA	30
2.2.1.	Población.....	30
2.2.2.	Muestra.....	30
2.3.	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	30
2.4.	PROCEDIMIENTOS	32
2.4.1.	Diagrama de bloques del sistema.....	32
2.5	PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS.....	34
2.5.1.	Intercambio de información dentro de la red ad-hoc	34
2.5.2.	Configuraciones de la red AD-HOC	34
2.5.3.	Instalación del programa servidor- cliente VNC	36
	Instalación del programa servidor- cliente VNC en las raspberry 1 Asignada como Cliente y raspberry 2 asignada como servidor	36
2.5.4.	Instalación del programa video.motion en la raspberry 2 asignada como servidor.....	38
2.5.5.	Configuración de comunicación punto a punto en las raspberry 1 Asignada como Cliente y raspberry 2 asignada como servidor.	39
2.5.6.	Instalación y configuración del Sensor ultrasónico MB7076 en Raspberry Pi a través de la interfaz de Arduino.....	43
2.6	COMPROBACION DE LA HIPOTESIS.....	47
2.6.2.	Cálculos.....	48
2.6.3.	Recolección de muestras transmitidas por la red Ad-Hoc	49
2.6.4.	Decisión.....	55
CAPITULO III		56
3. RESULTADOS		56
3.1.	Pruebas de comunicación entre Tarjetas de adquisición de datos (Raspberry).....	56
3.2.	Pruebas en Escenarios de comunicación	61
3.3.	Pruebas de verificación de paquetes dentro de la Red Ad-Hoc.....	67
CAPITULO IV		69
4. DISCUSIÓN		69
CAPITULO V		70
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		70
5.1.	CONCLUSIONES.....	70
5.2.	RECOMENDACIONES	71

CAPITULO VI	72
6. PROPUESTA.....	72
6.1. TITULO DE LA PROPUESTA	72
6.2. INTRODUCCION.....	72
6.3. OBJETIVOS.....	73
6.3.1. OBJETIVO GENERAL	73
6.3.2. OBJETIVO ESPECIFICOS	73
6.4. FUNDAMENTACION CIENTIFICO-TECNICA	73
6.5. DESCRIPCION DE LA PROPUESTA	74
6.6. DISEÑO ORGANIZACIONAL	74
6.7. MONITOREO Y EVALUACION DE LA PROPUESTA	74
CAPITULO VII.....	76
7. BIBLIOGRAFIA.....	76
CAPITULO VIII	78
8. APENDICES O ANEXOS.....	78

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Tecnología V2V	2
Figura 2. Comunicación V2V o Car2Car.....	3
Figura 3. Comunicación entre vehículos.....	4
Figura 4. Conexión entre coches.....	5
Figura 5. Actores identificados en los sistemas V2V.	6
Figura 6. Aviso de colisión trasera.....	7
Figura 7. Ubicación de peligro.....	7
Figura 8. Alerta de colisión en cruces y por detrás.....	8
Figura 9. Aviso de vehículos de emergencia	8
Figura 10. Advertencia de pre-choque.....	9
Figura 11. Funcionamiento de la red Ad-Hoc.....	10
Figura 12. Comunicación entre 2 nodos mediante red Ad-Hoc.....	11
Figura 13. Topología Dinámica de una red VANET.	12
Figura 14. Escenario VANET	13
Figura 15. Dominio Ad-Hoc	16
Figura 16. Arquitectura VANET	17
Figura 17. Transmisión Broadcast de RREQ.....	20
Figura 18. Transmisión Unicast de RREP.	20
Figura 19. Funcionamiento del Protocolo TORA.....	21
Figura 20. Placa de un ordenador Raspberry Pi2 B	22
Figura 21 . Raspian	23
Figura 22. Windows 10.....	23
Figura 23 Openelec	23
Figura 24. Elementos Raspberry Pi2 B	24
Figura 25. Sensor ultra sónico Mb7076.....	25
Figura 26. Arduino Uno	27
Figura 27. Diagrama de bloques	33
Figura 28. Programa Vnc	36
Figura 29. Instalación del programa Vnc.....	37
Figura 30. Creación del script de Vnc.....	37
Figura 31. Ingreso de pasword del Vnc	38
Figura 32. Ventana de visualización de Vnc en raspberry.....	38
Figura 33. Centro de redes y recursos compartidos.....	40
Figura 34. Estado de Ethernet.....	40
Figura 35. Protocolo de Internet	41
Figura 36. Asignación de la IP.....	41
Figura 37. Gestor de redes Raspberry PI	42
Figura 38. Interface eth0	42
Figura 39. Asignación de IP.....	43
Figura 40. Instalación de Arduino en Raspberry	44
Figura 41. Instalación de Arduino Core.....	44
Figura 42. Ubicación del IDE Arduino en Raspberry.....	45
Figura 43.- Espacio de trabajo del IDE de Arduino.....	45
Figura 44. Lectura de datos del sensor en Raspberry	46
Figura 45. interfaz de Wireshark.....	47
Figura 46. Escenario de comunicación	47

Figura 47. Tabla de distribución Chi Cuadrado.....	54
Figura 48. Escenario de comprobación de hipótesis.....	55
Figura 49. Visualización gráfica de comunicación.....	56
Figura 50. Prueba de comunicación hacia el cliente.....	57
Figura 51. Prueba de comunicación hacia el servidor	57
Figura 52. Ingreso de Ip en el navegador.....	58
Figura 53. Visualización en tiempo real	58
Figura 54. Ingreso al software Vnc	59
Figura 55. Ingreso del Password en Vnc	59
Figura 56. Elección del script de datos del sensor	59
Figura 57. Ejecución de script.....	60
Figura 58. Visualización de datos del sensor.....	60
Figura 59. Transición en vivo del sistema de comunicación	61
Figura 60. Pruebas en el primer escenario	62
Figura 61. Pruebas en el segundo escenario	63
Figura 62. Pruebas en el tercer escenario.....	64
Figura 63. Pruebas en el cuarto escenario.....	65
Figura 64. Escenario de datos transmitidos por el sensor	67
Figura 65. Transmisión en vivo y recopilación de datos del Wiresharck.....	67
Figura 66. Visualización de paquetes a través del programa Wiresharck	68
Figura 67. Diseño organizacional de propuesta	74

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalizaión de variables	31
Tabla 2. Direcccionamiento IP.....	39
Tabla 3. Escenario 1	50
Tabla 4. Escenario 2	51
Tabla 5. Escenario 3.....	52
Tabla 6. Escenario 4.....	52
Tabla 7. Frecuencias.....	53
Tabla 8. Frecuencias Observadas	53
Tabla 9. Frecuencias Esperadas	53
Tabla 10. Datos de paquetes en Wireshark	68

RESUMEN

Este proyecto de investigación tiene la finalidad de diseñar un sistema de comunicación de prevención de accidentes automovilísticos, debido a que existe un alto índice en la tasa de accidentes de tránsito en la vía Ambato-Riobamba.

Este proyecto se fundamenta en 3 componentes principales que son: sistema de comunicación entre raspberry's mediante una red Ad-Hoc, para la transmisión de video y el sistema de alarma, se utilizó la tarjeta de adquisición de datos raspberry facilitando tanto la parte económica como la parte de configuración, el sensor MaxSonar MB7076 y la placa Arduino uno son componentes encargados de procesar la información y emitir la alarma de alerta, las características, líneas de código e implementación serán descritas posteriormente en este documento.

La creación del algoritmo, realiza la activación de nuestro sistema mediante la comparación de distancias entre vehículos que es la base de nuestro proyecto, al momento que un obstáculo se encuentre en un rango de distancia de 4m a 6m se emite una alarma para que el conductor esté prevenido y pueda reaccionar a tiempo y a su vez se tiene la transmisión de video en tiempo real.

En el marco experimental el sistema fue puesto a prueba durante un periodo de tiempo considerable, los resultados obtenidos demostraron la eficiencia del sistema justificando de esta manera el objetivo principal en el que se basó esta tesis.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
CENTRO DE IDIOMAS INSTITUCIONAL**

Lic. Edison Salazar

25 de mayo del 2016

ABSTRACT

This research project has the purpose of designing a communication system to prevent motor vehicle accidents, because there is a high index in the transit accident rate at the Ambato-Riobamba road.

This project has a base in three main components that are: communication system between raspberry 's by means of a net Ad Hoc, for the video transmission and the alarm system, data acquisition card raspberry was used, making easier the cost as the configuration part, the sensor MaxSonar MB7076 and the plate Arduino are ordered components of processing the information and emit the alert alarm, the characteristics, coding lines and implementation will be described at a later time in this document.

The creation of the algorithm makes the activation of our intervening system through the comparison of distances between vehicles that underlies our project, at the moment that an obstacle is found in distance from 4m to 6m, an alarm is emmitted in order the driver is forewarned and can react on time and at the same time the video transmission in real time is provided.

On the experimental framework the system was tested during a considerable period of time, the obtained results demonstrated the efficiency of the system justifying the main objective in which this thesis was based.



INTRODUCCION

El sistema V2V, permite interactuar entre vehículos e infraestructura logrando así una comunicación en tiempo real con la finalidad de que los diferentes fabricantes automovilísticos puedan comunicarse con las unidades instaladas en carretera.

En la presente investigación se implementó un sistema de comunicación vehicular, el objetivo de este sistema es ayudar de manera eficiente la reducción de accidentes, en el cual el usuario final puede obtener una tecnología muy prometedora que proporcionará el intercambio periódico de información entre uno y otro vehículo con el suficiente tiempo para advertir y eludir al conductor de una situación peligrosa.

Por otra parte el uso de una tarjeta de adquisición de datos (Raspberry) cuenta con una serie de conexiones, que nos permiten hacer todo tipo de interfaces, como el control de dispositivos es decir puede estar funcionando como un servidor web y un servidor VPN al mismo tiempo, para complementar la información se utilizó la plataforma de Arduino UNO ya que por la flexibilidad que posee le permite trabajar con sensores o además para estar conectado a un ordenador y comunicarse con varios tipos de software.

El estudio de este tema pretende reducir accidentes en las vías, esto implica tener mayor seguridad y escalabilidad de las comunicaciones vehiculares en los sistemas viales de mayor circulación del país.

CAPITULO I

1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1.1. Antecedentes de la Investigación

1.1.1. Prueba piloto de la tecnología V2V

En el 2012, el Departamento de Transporte de EE UU, realizó una prueba piloto de la tecnología V2V en alrededor de 3.000 vehículos de diferentes marcas para garantizar que el sistema funcione de manera integrada, sin importar el fabricante.

El objetivo principal del proyecto es prevenir los accidentes de tránsito y salvar millones de vidas, el sistema V2V representa también una oportunidad para mejorar la movilidad en las ciudades, pues su eventual implementación permitiría saber con exactitud la densidad del tráfico y el número aproximado de vehículos que transiten por una malla vial. Además, la implementación de un sistema como el V2V puede representar una oportunidad única anticipada para optimizar el flujo de los carros auto-tripulados, una industria naciente y creciente que más temprano que tarde comenzará a extenderse en las ciudades. (Hermida, 2015)

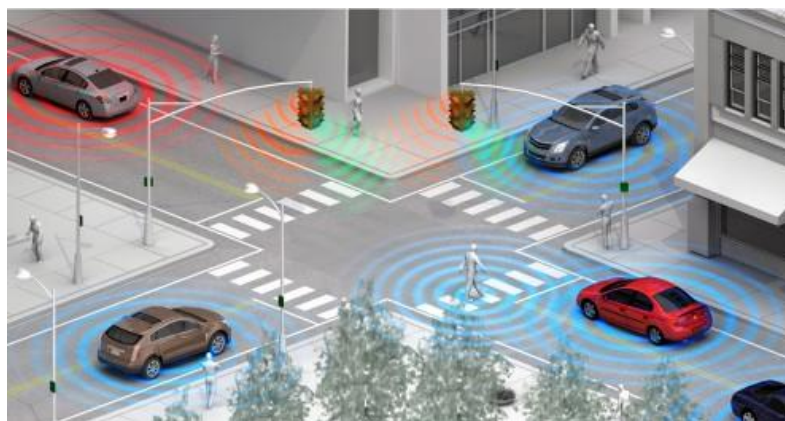


Figura 1. Tecnología V2V
Fuente (Clavero, 2015)

1.1.2. Comunicación entre coches e infraestructuras

Toyota lleva al mundo real y pondrá en marcha un programa para la implantación de los estándares de comunicación V2V o Car2Car de cara a un futuro

donde esta nueva red de redes sea la principal herramienta de seguridad activa. Aprovechando la presentación de los sistemas de seguridad Toyota TSS, la firma nipona ha hecho oficial la integración de un protocolo de comunicación para los modelos de la marca que se comercialicen en Japón e instalen alguna de las variantes de la tecnología TSS. (Clavero, 2015)



Figura 2. Comunicación V2V o Car2Car
Fuente: (Clavero, 2015)

1.1.3. Aplicación de comunicación entre vehículos V2V y vehículos e infraestructuras V2I

Recientemente nos hacíamos eco de la iniciativa estadounidense para fijar un estándar de comunicación entre vehículos V2V y vehículos e infraestructuras V2I lo antes posible para proceder a su obligatoriedad en busca de reducir los accidentes causados por distracciones, errores, etc (Clavero, 2015).

Ahora es la Comisión Europea la que da a conocer que en Europa se está trabajando en idéntico concepto para proceder a su aplicación a gran escala a partir de 2015. Señalados por el grueso de la industria como uno de los avances más importantes en seguridad, los protocolos de comunicación V2V (vehicle-to-vehicle) y V2I (vehicle-to-infrastructure) podrían ser una realidad en un plazo inferior a dos años gracias a su incorporación en los vehículos de nueva fabricación a partir de 2015 (Clavero, 2015).



Figura 3. Comunicación entre vehículos

Fuente: (Clavero, 2015)

1.1.4. Mejora de la seguridad con la comunicación V2V

Una vez más el coche conectado llega hasta la portada de Tecnovia ofreciéndonos lo mejor y lo peor de esta pequeña gran revolución que está comenzando a desarrollarse. La gestión de información en tiempo real está descubriendo a todas las partes implicadas un escenario sumamente interesante alrededor de nuestra conducción.

Un importante volumen de información que crece con cada nuevo vehículo conectado que llega al mercado, pero que al mismo tiempo pone de manifiesto que esta temprana incursión se está realizando sin que el usuario tenga en su poder los conocimientos y posibilidades para decidir hasta donde está dispuesto a ceder información privada (Clavero, 2015).

El debate está encima de la mesa, mejor dicho, encima de muchos despachos, pues son muchos los interesados en exprimir esta nueva forma de entender el tráfico rodado. Desde los propios fabricantes de automóviles hasta las grandes compañías tecnológicas especializadas en sistemas de comunicación, pasando por los proveedores de servicios que ven en el coche conectado un mercado aún más suculento que el boom de las app en smartphones y tablets (Clavero, 2015).

El problema de todo este tejido empresarial está en los límites que todavía no se han impuesto para beneficio del conductor como generador y propietario de esa información. A día de hoy, los primeros coches que permiten la conexión a internet y a servicios de recopilación de información no brindan a los usuarios una herramienta de personalización para acotar la información que es transmitida. Perdidos en un mar de cláusulas y folios, el conductor concede plenos poderes para disfrutar en su vehículo de lo último en tecnología del automóvil (Clavero, 2015).

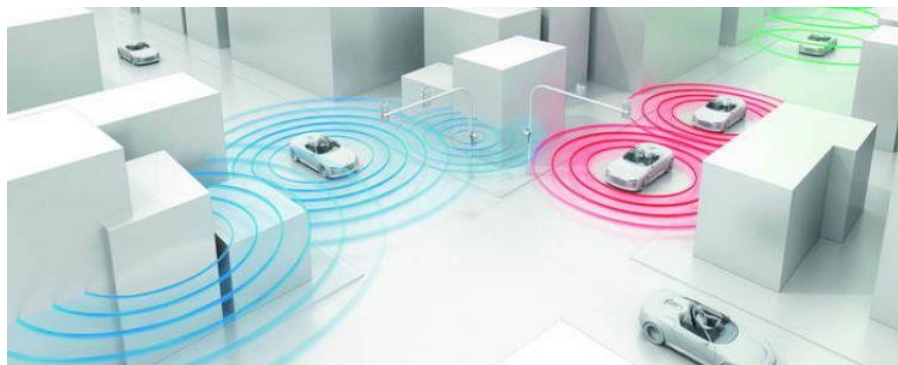


Figura 4. Conexión entre coches

Fuente: (Clavero, 2015)

1.2. Sistemas V2V

El sistema V2V también conocido como Car2Car, permite interactuar entre vehículos (vehículo y vehículo) y vehículos e infraestructura logrando una comunicación en tiempo real. El objetivo de la comunicación V2V es la estandarización de interfaces y protocolos de comunicación con la finalidad de que los diferentes fabricantes puedan comunicarse con las unidades instaladas en carretera.

La comunicación V2V permite mejorar la seguridad ya que trabaja en primer plano, actúa una vez que se detecta un posible riesgo o atropello por diferentes causas como la distracción o falta de visibilidad; esto se logra proporcionando información tanto al conductor como a sus ocupantes. Este sistema ira evolucionando de acuerdo a los requerimientos de los usuarios para mejorar la seguridad vial de la sociedad.

La siguiente figura muestra que existen varios actores involucrados en la comunicación.

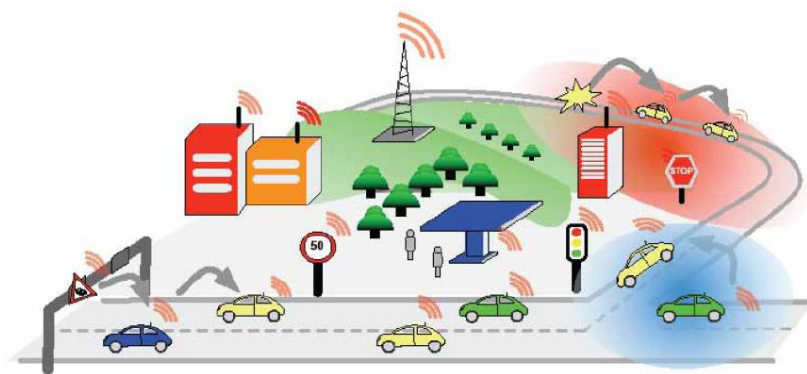


Figura 5. Actores identificados en los sistemas V2V.

Fuente: (Gálvez Serna, 2009)

Los actores identificados son:

- a) **Conductores.**- Estos son los principales beneficiarios del sistema mediante la recepción de mensajes de advertencia, además de muchas recomendaciones para su trayecto.
- b) **Operadores de carretera.**- Reciben todos los datos permitiendo controlar este tráfico de manera eficiente.
- c) **Puntos de acceso.**- Este servicio puede proveer información partiendo de los sistemas de comunicación del vehículo

1.2.1. Escenarios en los que se presenta la comunicación V2V

La comunicación V2V presenta dos escenarios muy importantes como son:

- Seguridad
- Tráfico

1.2.1.1. Seguridad

Los sistemas de seguridad son los más importantes existiendo como beneficio la comunicación con otros vehículos para la prevención de los diferentes escenarios de peligro. A continuación, se describen los más relevantes:

Aviso de colisión trasera

Las principales causas de colisiones se deben a la distracción del conductor o un frenazo brusco del vehículo que nos precede. Por este motivo en el sistema

V2V compartirá en todo momento información sobre velocidad y trayectoria vehicular.



Figura 6. Aviso de colisión trasera.

Fuente: (Ibañez, 2012)

Un claro ejemplo es si un coche se produce un frenazo brusco se emitirá inmediatamente un aviso de peligro.

a) Ubicación de peligro

Si un vehículo se ve sorprendido por carreteras resbaladizas ya sea por manchas de aceite, hielo o cualquier información sobre problemas en el piso los vehículos compartirán información o advertencias de peligro situadas en el trayecto de la carretera.



Figura 7. Ubicación de peligro

Fuente: (Nuñez, 2016)

b) Alerta de colisión en cruces y por detrás

Si un coche que se acerca por el mismo carril o en el caso que no exista semáforos o una escasa visibilidad todos los vehículos recibe una alerta de aviso de una posible colisión para que frene o realice una maniobra que evite el choque.

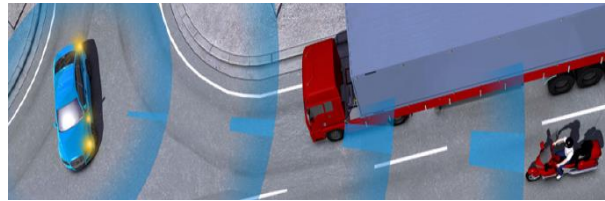


Figura 8. Alerta de colisión en cruces y por detrás.

Fuente: (Hermida, 2015)

c) Aviso de vehículos de emergencia

Para la circulación de ambulancias, bomberos y coches de patrulla el sistema alertara a los vehículos la ruta de circulación ante de ser vistos.

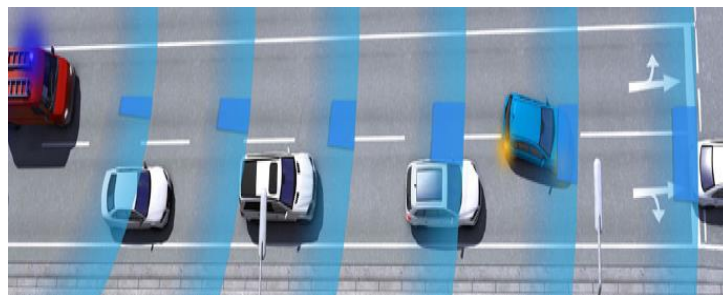


Figura 9. Aviso de vehículos de emergencia

Fuente: (Nuñez, 2016)

d) Advertencia de pre-choque zonas de construcción y mantenimiento de obras.

Cuando se realizan obras de mantenimiento en las carreteras, el coche recibirá la alerta y también podrá reenviarla a los coches que circulan por detrás y si en el caso de que el choque sea inevitable se activaran los dispositivos de seguridad

enviando información de un posible choque al resto de vehículos para mejorar la circulación y seguridad ciudadana.

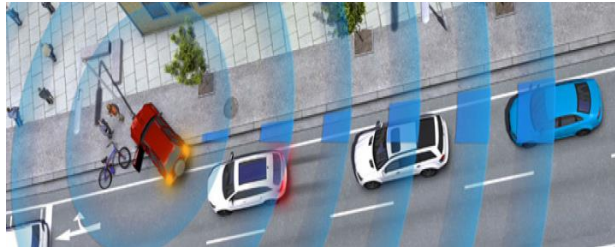


Figura 10. Advertencia de pre-choque.

Fuente: (Nuñez, 2016)

1.2.1.2. Tráfico

Por definición de tráfico se refiere a aquellos que están destinados a mejorar la eficiencia en la red de transporte para proporcionar información a los conductores y al resto del personal de administración de red. Las principales características del tráfico se describen a continuación:

- a) **Ruta de orientación:** Envía información relativa a los conductores para informar que existen retrasos previstos o rutas alternativas por las condiciones de tráfico.
- b) **Velocidad óptima:** Una velocidad óptima se encuentra a través de una señal de sincronización con un determinado de segundos, de esta forma se genera una alerta por exceso de velocidad, advirtiéndole de una situación adversa que pueda afectar a su seguridad o a la ruta que pretendía utilizar para alcanzar su destino.
- c) **Incorporación de tráfico:** Se obtendría un tráfico mucho más fluido y eficaz, por ejemplo, si el sistema reconoce que no viene ningún coche en dirección contraria y no existen atascos, de esta forma que se ganaría mucho tiempo y el vehículo puede incorporarse a la carretera.

1.3. Estado del arte de las Redes Ad-Hoc

Estas redes admiten el intercambio de información entre los usuarios que se encuentran circulando en sus vehículos, gracias a esto es posible evitar alertar sobre peligros a los conductores para que puedan tomar medidas precautelares.

1.3.1. Definición de red Ad-hoc

Una red Ad-hoc es una red de comunicación inalámbrica que conecta nodos entre sí, esta comunicación puede ser establecida mediante el estándar IEEE 811p u otras tecnologías inalámbricas, sin apartarnos de la posibilidad de que alguna pueda conectarse mediante cable, puede tener terminales fijos y móviles como se muestra en la siguiente figura 11.

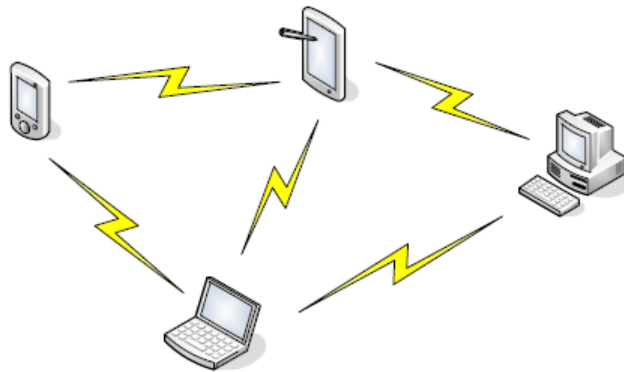


Figura 11. Funcionamiento de la red Ad-Hoc.
Fuente: (Gálvez Serna, 2009)

Según (Gálvez Serna, 2009) dentro de este tipo de redes se puede establecer una red entre dispositivos aislados sin requerir estación base, routers fijos, etc., o tener un administrador del propio sistema por motivo de que son un tipo de red adaptativa, de bajo costo y auto configurables que en ocasiones se requiere de dos o tres nodos para su despliegue.

Cada nodo puede tener la función de transmisor, receptor o de un enrutador, sin tener un punto de acceso centralizado, es decir que los nodos deben ser capaces de adecuarse a la red, de esta manera en un momento dado, un conjunto de dispositivos independientes puede establecer enlaces entre sí y generar una red que nace sin tener una infraestructura de red previa.

Los nodos de las redes Ad-hoc posibilita la conexión con la red más grande es decir el internet, los dispositivos portátiles han incrementado el estudio de estas redes para que sea posible la utilización en comunicaciones vehiculares.

El principio de funcionamiento se desarrolla como se muestra en la siguiente figura 12 , la misma que describe como se envía la información de un nodo a otro; se desea enviar información entre los nodos 1 y 3 que no se encuentran dentro del mismo radio de cobertura por lo que se necesita utilizar al nodo 2 como enrutador y así llevar la información que requerimos, para un tiempo t_1 en el que el nodo 1 y el nodo 2 se encuentran dentro del mismo radio de cobertura, el nodo 1 intercambia la información al nodo 2 el mismo que lo almacena para en un tiempo t_2 en la que el nodo 2 y el nodo 3 se encuentren dentro del mismo radio de cobertura, el nodo 2 retransmita la información almacenada, logrando así el intercambio de información entre el nodo 1 y el nodo 3 (Alba Cruz, 2009).

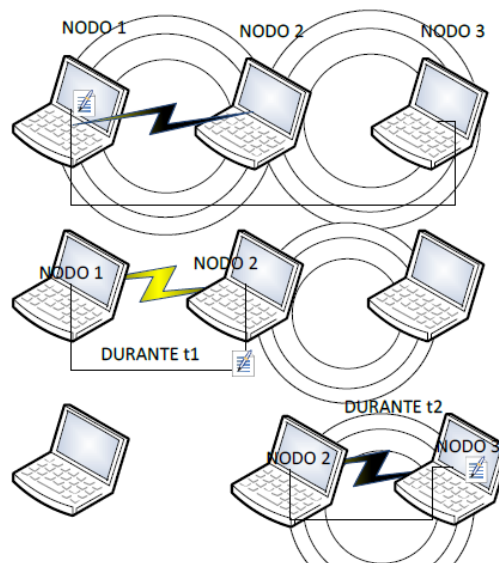


Figura 12. Comunicación entre 2 nodos mediante red Ad-Hoc.
Fuente: (Alba Cruz, 2009)

Cuando un nodo de la red funciona como enrutador existe un desgaste significativo de energía, por esta razón algunos nodos ya no participan dentro de la red esto ocasiona pérdida de paquetes de información.

1.3.2. Redes VANETs

Llamadas también redes de comunicación vehicular, son redes móviles que tienen una característica principal y es que no cuentan con un nodo central, por esta razón cualquiera de los nodos puede actuar como router o estación base, por el movimiento arbitrario se producen cambios constantes en la topología de la red,

esto afecta a la conexión, se debe tomar en cuenta el tiempo de respuesta del conductor, la redundancia en las comunicaciones entre otras cosas ya que esto puede congestionar la red.

En estas redes sus nodos son los vehículos, la velocidad del vehículo está sujeto a normas de tránsito, se da gran importancia a la fiabilidad de la información, así como la obtención de la información en tiempo real, cuando los vehículos van en la misma dirección la comunicación puede durar más tiempo.

Las redes VANETs fueron pensadas para reducir el alto número de accidentes en los vehículos, son un componente importante del sistema inteligente de transporte, este tipo de red de compleja implementación debido a la rapidez de sus nodos por esta razón debe tener una tecnología de red dinámica que se adapte a los cambios rápidamente, tiene una diferencia notable con respecto a las redes tradicionales Ad-hoc, la fuente de energía de las redes VANETs no se limita ya que los vehículos poseen una fuente de energía recargable como muestra la figura 13.

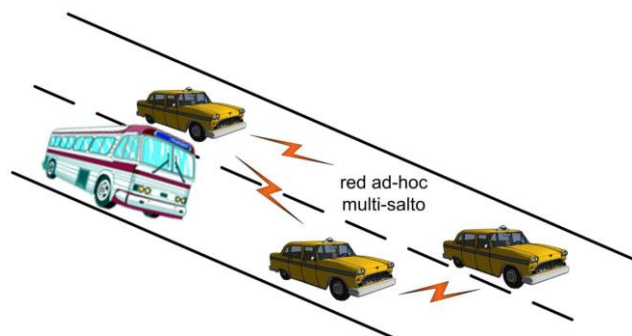


Figura 13. Topología Dinámica de una red VANET.
Fuente: (Sánchez Bueno, 2010)

1.3.3. Características de las redes VANET

Las características de esta red son semejantes a los escenarios clásicos Ad-hoc, debido a que la topología de la red cambia rápidamente en proporción del movimiento que los vehículos experimentan. Pero poseen diferencias notables con las redes tradicionales Ad-hoc, como, por ejemplo: la fuente energética de las redes VANETs no se limita debido a que los vehículos poseen una fuente de energía recargable potente, además los vehículos se mueven siempre dentro de una carretera

en un mismo carril la mayoría del tiempo, esto potencializa a la red VANET (Sánchez Bueno, 2010)

Para que la comunicación de la red VANET se de en el escenario propuesto como se indica en la siguiente figura 14, se debe cumplir con las siguientes condiciones:



Figura 14. Escenario VANET
Fuente: (Sánchez Bueno, 2010)

- a. **Alta movilidad de los nodos:** La topología de las redes VANETs siempre están cambiando debido a la alta velocidad con la que los vehículos se mueven en las carreteras, este movimiento es aleatorio ya que no sigue ningún patrón definido dependiendo de los factores del medio en el que se encuentre el vehículo (Urquiza Aguiar, 2012).
- b. **Canales de radio variables:** Debido a la misma razón de topología dinámica resultado del movimiento y velocidad cambiante de los vehículos es frecuente que la red se desconecte, especialmente cuando la densidad vehicular es baja o la distribución de las calles, edificios y demás objetos que son obstáculos variables en el tiempo (Urquiza Aguiar, 2012)
- c. **Seguridad:** La transmisión de información en las redes VANETs se debe garantizar para que sea válida (Urquiza Aguiar, 2012)
- d. **Energía suficiente y almacenamiento:** Los nodos VANETs presentan una característica como lo definimos anteriormente recarga energética gracias a la fuente de energía de los vehículos.
- e. **Comunicación de tipo geográfico:** Las redes VANETs presentan otro tipo de comunicación a diferencia de otras redes que usan ID o grupos de ID

para definir los puntos finales de comunicación, esta red tiene en cuenta la posición geográfica de los nodos intermedios y el nodo destino.

- f. Modelo de movilidad:** Con el alto movimiento de los nodos que dan una topología dinámica, los modelos de movilidad y predicción son factores importantes en el diseño de protocolos para redes VANETs; estos nodos son limitados por el diseño de la infraestructura vial que están formadas por: autopistas, carreteras y calles.
- g. Varios entornos de comunicación:** Las VANETs son redes que operan en dos entornos: un entorno de movimiento en una sola dimensión que se da en las autopistas y el otro entorno que es un poco más complejo que se desarrolla en las ciudades, ya que dentro de la misma intervienen las construcciones de edificios, árboles y otros obstáculos que se presentan propios de las ciudades.
- h. Limite por alto retardo:** A pesar de que en algunas aplicaciones VANETs las redes no requieren de una alta velocidad de datos se presenta una limitación por el alto retardo que presenta la red para ello se requiere de aplicaciones de seguridad.
- i. Interacción con sensores de a bordo:** Los sensores en los nodos vehiculares deben actuar para proveer información que puede ser de utilidad para formar enlaces de comunicación y para propósitos de enrutamiento. A parte de la comunicación V2V si se requiere proporcionar conectividad a Internet a los nodos de una VANET es decir a un escenario V2I entonces la misma que otorga un nodo especial conocido como Internet Gateway (Pasarela a Internet) que permite conectar a un nodo ad-hoc con la infraestructura (Sánchez Bueno, 2010)

1.3.4. Arquitectura de las Redes VANET

Ya conocida la topología cambiante de las redes VANETs debido a la ruta que los vehículos adquieren, muchas veces esta ruta es establecida hacia su destino o a su vez puede ser de forma aleatoria causada factores externos como: accidentes de tránsito, paradas intermedias o espontanea de vehículos pesados, buses y tráfico excesivo que ocasionan que los vehículos cambien la ruta predefinida en busca de

una ruta alterna; por esta razón la arquitectura de las redes VANETs se produce en tres dominios diferentes: dominio en vehículo, dominio ad-hoc y dominio infraestructura (Ibañez, 2012). A continuación se definen los tres dominios expuestos anteriormente.

Dominio in-vehicle.

Este dominio hace referencia a una red local lógica en el interior de cada vehículo, la cual está compuesta por una unidad de comunicaciones a bordo (OBU) y unidades de aplicación (AUs).

Las AU son partes integrantes del vehículo que suelen ser dispositivos portátiles como por ejemplo un ordenador portátil o una *Personal Digital Assistant* (PDA) y que a su vez se encuentran en una comunicación constante con las OBU. Esta conexión se la suele realizar a través de medios cableados o inalámbricos en donde se ejecutan aplicaciones mediante el uso de las capacidades de comunicación de la OBU.

1.3.4.1. Dominio ad-hoc.

Este dominio cuenta con una red compuesta por vehículos que cuenta con OBUs y unidades fijas a lo largo de la carretera (RSU por sus siglas en inglés), las OBUs son las encargadas de la seguridad vial comunicándose de forma inalámbrica los mismos que forman una red MANET la cual permite una comunicación distribuida entre nodos sin la necesidad de tener una coordinación centralizada.

Mientras exista ésta conectividad inalámbrica entre los OBU, los dispositivos se comunican forma directa; en el caso de no existir esta conectividad entran en juego los protocolos de enrutamiento para establecer una comunicación multi-hop en la cual los datos se transmiten desde una OBU a otra hasta llegar al destino.

En los dominios Ad-Hoc las RSUs se comunican entre sí directamente o a través de multihop empleando los mismos protocolos de enrutamiento usados para la comunicación entre las OBUs y RSUs. Las OBUs también pueden estar equipadas

con tecnologías inalámbricas alternativas como se detalla en la **Figura 15**, donde las OBU pueden comunicarse con nodos de internet, servidores públicos, hot spot privados o hot spot WiFi (HS).

En el caso de que los RSUs y/o los HS carezcan de la conexión a internet, las OBUs se conectan a través de las redes de radio celular como: GSM (Global System for Mobile Communications), GPRS (General packet radio service), UMTS (Universal Mobile Telecommunications System), HSDPA (High Speed Downlink Packet Access), WiMAX y 4G si las OBU tienen soporte de esas tecnologías como muestra figura 15.

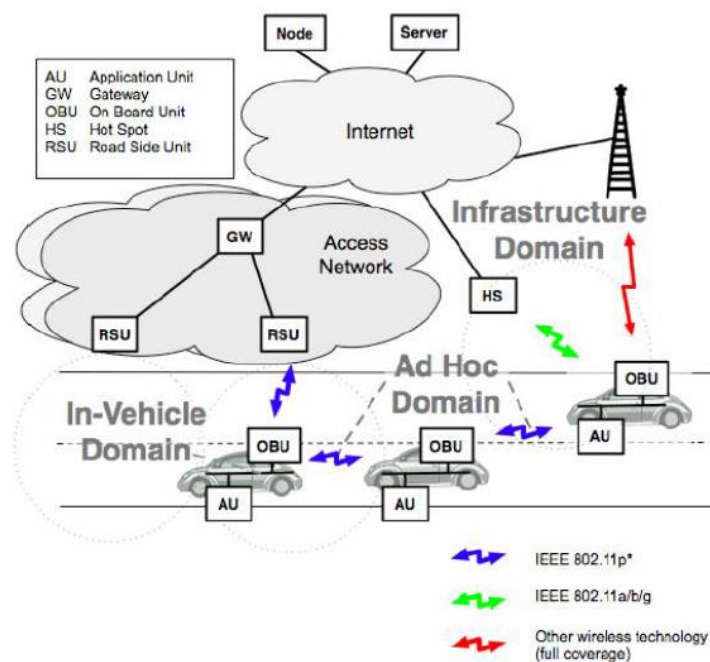


Figura 15. Dominio Ad-Hoc
Fuente: (Sánchez Bueno, 2010)

1.3.4.2. Dominio infra-structure

Este dominio toma lugar a lo largo de las carreteras o autopistas, es considerada como la parte fundamental de los sistemas de redes vehiculares debido a que proveen de la seguridad y la privacidad de las aplicaciones, mostradas en la figura 16 que se ejecutan sobre las VANETs.

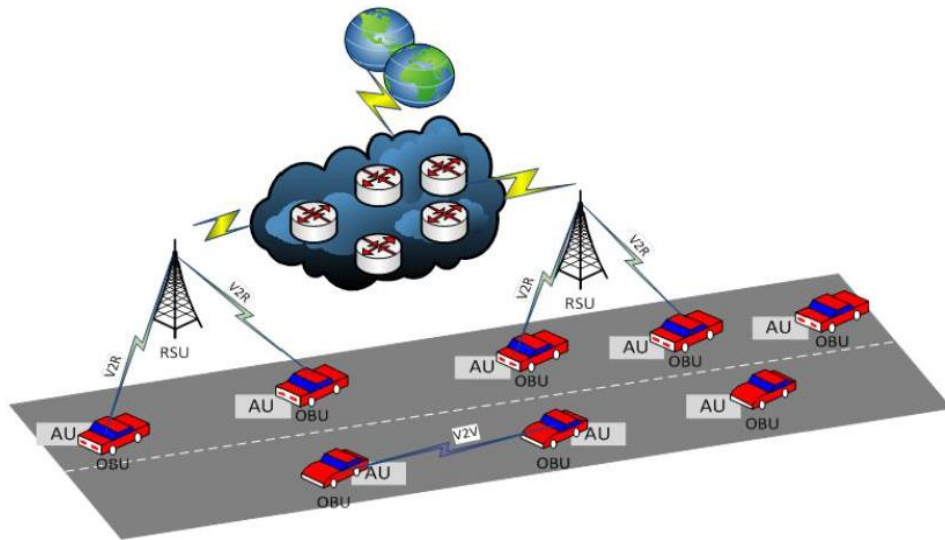


Figura 16. Arquitectura VANET
Fuente: (Hermida, 2015)

En la figura anterior se describe la arquitectura de una red VANET constituida por nodos móviles (vehículos), los nodos fijos se encuentran en las rutas de las autopistas donde los AU permiten el uso de aplicaciones a través de dispositivos móviles y/o dispositivos portátiles.

1.3.5. Parámetros de funcionamiento de las redes VANET

La correcta movilidad de los vehículos se limita a combinación de un sinnúmero de factores tales como: semáforos, calles, límites de velocidad, rompe velocidades, etc., además de la existencia de los sistemas de transporte como: busetas, taxis, camionetas, servicios de transporte público, entre otros, esto conlleva a que la red sea predecible.

Los radios de operación de las Redes VANET frecuentan entre los 100 y 300 metros con el objetivo de establecer una adecuada conectividad que permita el intercambio de información entre los vehículos conectados a la red. Esto permite crear redes de mediano y largo alcance, mediante este tipo de redes se puede tener redes urbanas que ayuden a solucionar los problemas de seguridad y tráfico en las distintas calles dentro del perímetro urbano.

1.3.6. Frecuencias de operación para redes VANET

Este tipo de redes trabajan en la frecuencia de las bandas no licenciadas de 2.4 GHz, 5GHz y 914 MHz, en estas bandas trabajan velocidades adecuadas para la transmisión de información entre vehículos interconectados dentro de la red.

1.3.7. Protocolos de enrutamiento para redes VANET

Los protocolos de comunicación empleados en las redes VANETs deben garantizar una excelente calidad del servicio con la finalidad de que la comunicación entre los vehículos que conforman la red sea eficiente, a continuación, se enumeran los principales protocolos de enrutamiento: Highly Dinamic Destination – Sequenced Distance –Vector Routing (HDS DV), Ad-Hoc On-Demand Distance Vector (AODV) y Temporally Ordered Routing Algorithm (TORA)

a. DSDV

Highly Dynamic Destination-Sequenced Distance-Vector Routing es del tipo proactivo y emplea un vector distancia basado en el algoritmo de Bellman Ford, que posee un número medio de nodos y en cada nodo se encuentra la tabla de encaminamiento que consta con el número de secuencia, número de saltos y los posibles destinos.

Mantiene tablas con todos sus destinos accesibles junto con el siguiente salto, la métrica, y un número de secuencia de la entrada en la tabla generado por el nodo destino. Las tablas se mandan en modo broadcast de forma periódica o cuando ocurre un cambio significativo de la topología de red. Una ruta es considerada mejor que otra si tiene un número de secuencia mayor o, en caso de empate, si la distancia al destino es menor.

Cuando un nodo B detecta que la ruta hacia cierto destino D se ha roto, inunda la red con una actualización de esa entrada en la que se ha incrementado el número de secuencia en uno y la distancia se marca como infinita.

Cuando A recibe este mensaje incorpora a su tabla la actualización de la entrada hacia D a través de B siempre que no tuviera una entrada mejor para alcanzar D.

Para conseguir una cierta consistencia en las tablas de encaminamiento de cada nodo al cambiar la topología de la red, las actualizaciones deben ser frecuentes y suficientemente rápidas para que cada nodo pueda tener una visión realista de la red en un momento dado.

El problema fundamental de DSDV es la elevada sobrecarga de control que genera. Al no haber una especificación estándar, no hay productos comerciales basados en este protocolo. Sin embargo, es la base sobre cual se han desarrollado otros protocolos como por ejemplo AODV.

b. AODV

Ad-Hoc On-Demand Distance Vector es un protocolo reactivo unicast. Se construye sobre el protocolo DSDV analizado previamente. La idea es mejorar DSDV minimizando el número de paquetes broadcast requeridos para crear rutas, ya que al ser bajo demanda, los nodos que están en el camino no tienen que participar en el intercambio de tablas ni que mantener la ruta. A pesar de ser un protocolo reactivo, AODV tiene la peculiaridad de emitir mensajes alertando sobre su presencia de forma periódica mediante una técnica llamada Link Layer Feedback.

Esa técnica permite que los nodos tengan conocimiento de sus vecinos más cercanos y mantengan sus tablas actualizadas reflejando los cambios en la topología cercana. Estas tablas se mantienen actualizadas a lo largo del tiempo, eliminando las entradas innecesarias.

AODV soporta el enrutamiento multicast, disminuye el overead de control, el gasto de memoria en comparación con DSDV y las rutas se quedan en la memoria cache mientras son necesarias. Este protocolo permite a los nodos usar mensajes como Route Request (RREQ), Route Replies (RREP) y Route Errors (RERR) para encontrar una ruta hacia otro nodo, para ello aplica el siguiente proceso:

- Envía en broadcast un mensaje del tipo RREQ como se ve a continuación en la siguiente figura 17.

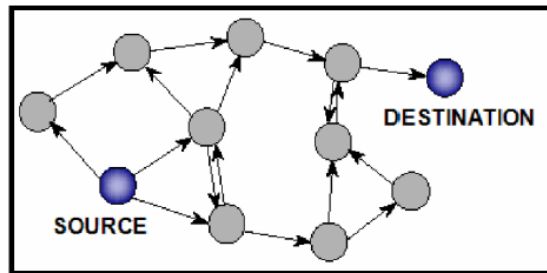


Figura 17. Transmisión Broadcast de RREQ.
Fuente: (Gálvez Serna, 2009)

- Atiende una respuesta del destinatario o de otro nodo que posee una ruta de enrutamiento actualizada hacia el destino. Esta respuesta llega como un mensaje RREP como se ve en la siguiente figura confirmando que la ruta buscada está disponible como muestra a continuación en la figura 18.

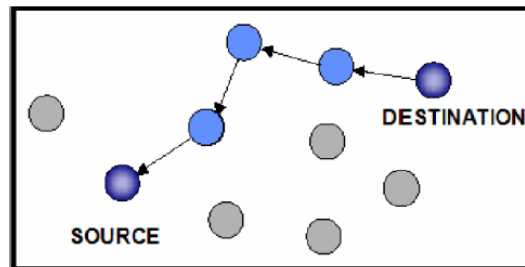


Figura 18. Transmisión Unicast de RREP.
Fuente: (Sánchez Bueno, 2010)

c. TORA

Temporally Ordered Routing Algorithm es un protocolo reactivo basado en el concepto de "Links Reversal". Fue propuesto para mejorar las prestaciones en redes altamente dinámicas. La idea básica es la generación de mensajes de control del protocolo en un pequeño conjunto de nodos cerca de la localización de un cambio topológico. El protocolo desarrolla tres funciones básicas: la creación de rutas, el mantenimiento y su eliminación.

La fase de creación corresponde a la selección de una métrica para establecer un DAG ("Directed Acyclic Graph") hacia el destino. El DAG consiste en asignar una dirección a los enlaces basada en las alturas relativas de los nodos vecinos. El nodo

origen tiene la altura mayor y el nodo destino la menor. La fase de descubrimiento de rutas es similar a los expuestos anteriormente.

El mantenimiento de rutas se refiere al hecho de adaptar la estructura de encaminamiento en repuestas a los cambios topológicos de la red. Cuando un enlace no está disponible, el DAG se rompe y es necesario una reparación de la ruta para reestablecerlo. El nodo que detecta el fallo en el enlace genera para sus vecinos un mensaje con un nuevo nivel de referencia. Los nodos reaccionan a esa información invirtiendo los enlaces hacia el nodo.

Haciendo una inversión del sentido de los enlaces, hace que un nodo no contenga el destino y por lo cual la ruta será eliminada. La fase de eliminación de rutas involucra un broadcast de “clear packet” (CLR) para eliminar las rutas que no contienen la ruta hacia un destino. TORA elimina las rutas inválidas, busca una nueva alternativa para un destino, y construye otra ruta en un sólo paso del algoritmo. En cambio, ese mecanismo como muestra en la figura 19 en AODV o DSR corresponde a tres pasos (route error / route request / route reply).

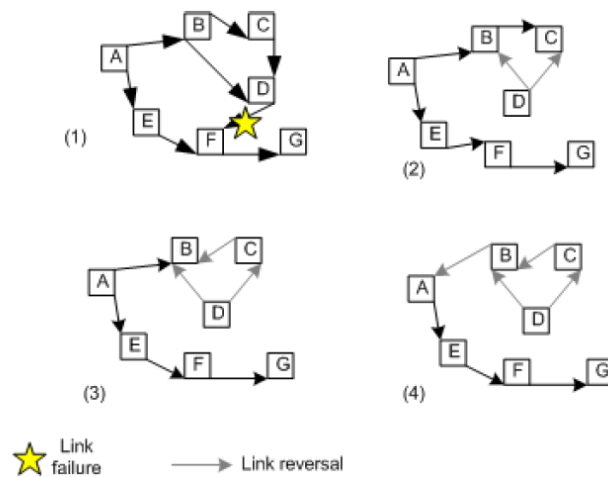


Figura 19. Funcionamiento del Protocolo TORA
Fuente: (Urquiza Aguiar, 2012)

1.4. Sistema Raspberry

La Raspberry Pi es un mini ordenador que fue desarrollado en Reino Unido por la fundación Raspberry Pi como muestra en la figura 20, con el principal objetivo de estimular las ciencias de computación ya que cuenta con un chip Broadcom BCM2835 con un procesador ARM con una velocidad de 1GHz, es decir que cumple casi todos los componentes de un computador.

La

raspberry pi puede admitir muchos sistemas operativos muchos de ellos consolidados y otros con fase Beta como son Android o Windows 10, la gran mayoría de los sistemas operativos estaban basados en Linux



Figura 20. Placa de un ordenador Raspberry Pi2 B
Fuente: (raspberry, 2016)

1.4.1. Sistemas operativos para la raspberry

Raspian: Es un debían de Linux que se adapta a la raspberry debido a que es más versátil porque permite modificar e instalar muchas programas y utilidades básicas.

La característica más importante y sobresaliente de Raspian es igual que Debian a comparación de otras distribuciones GNU/Linux es su sistema de gestión de paquetes, debido a que esta herramienta otorga el control total de los paquetes instalados, además la capacidad de instalar un sólo paquete o actualizar el sistema por completo.



Figura 21 . Raspbian
Fuente: (raspberrypi, 2016)

Windows 10: Está diseñada para instalar aplicaciones pequeñas que se conecten a dispositivos.



Figura 22. Windows 10
Fuente: (raspberrypi, 2016)

Openelec: Es un sistema operativo de uso como por ejemplo mediacenter, este permitirá reproducir audio y video para entornos destinados para este propósito. En la raspberry se puede conectar a TV controlando el sistema operativo.



Figura 23 Openelec
Fuente: (raspberrypi, 2016)

1.4.2. ELEMENTOS DE RASPEBERRY PI 2 B

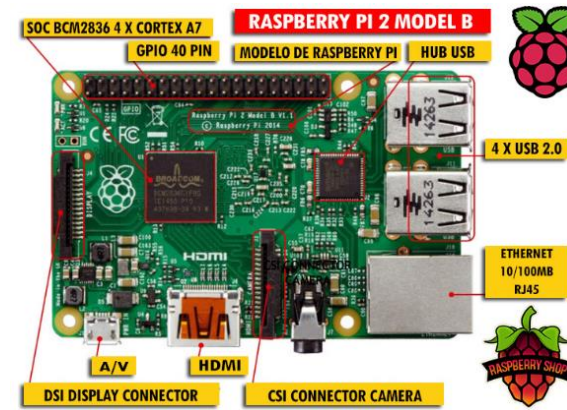


Figura 24. Elementos Raspberry Pi2 B
Fuente: (raspberrypi, 2016)

En la figura 24 muestra cada una de las partes por las que está conformada internamente a continuación describiremos cada una.

- **MicroUSB:** Sistema de alimentación de Raspberry. Se recomienda 2A para un funcionamiento estable.
- **GPIO:** Es un puerto que diferencia a la Raspberry de un PC clásico, mediante las entradas y salidas puede interactuar con el exterior abriendo y cerrando contactos en su total son 40 pines de los cuales 26 se pueden configurar como entradas/salidas.
- **USB:** Cuenta con 4 puertos USB para cada una de las necesidades del usuario.
- **MicroSD:** Esta tarjeta guarda el sistema operativo y otros archivos.
- **HDMI:** A través de este cable se puede conectar la Raspberry a la TV u otros monitores para que haya interacción desde otro PC, Smartphone, etc.
- **Audio 3,5mm:** Permite conectar altavoces u otro tipo de dispositivo de audio.
- **Ethernet:** Para adquirir internet a la Raspberry se utilizará un puerto USB WIFI.
- **Display DSI:** conector para acoplar a la Raspberry.

El Raspberry Pi 2 posee una total compatibilidad con los modelos anteriores y puede mejorar la optimización para ejecutar tecnologías libres como WebKit, LibreOffice, Scratch, Pixman o XBMC/Kodi.

1.5. Sensor ultrasónico MB7076



Figura 25. Sensor ultra sónico Mb7076

Fuente: (Maxbotix, s.f.)

El XL-MaxSonar tiene un alcance de 10 m al aire libre, es un módulo robusto resistente a los elementos. Este sensor exterior ofrece detección de larga y corta distancia, protegido por una caja de PVC compacto. Este sensor ultrasónico cumple con la norma IP67; coincide con accesorios de tubería de PVC de 3/4 pulgadas eléctricas estándar como muestra la figura 25.

Posee una alta potencia acústica de salida, combinada con ganancia variable continua, calibración automática en tiempo real y cuenta con algoritmos para el rechazo de ruido que tiene como resultado lecturas de distancia virtualmente libres de ruido.

Si la aplicación requiere resistencia química adicional está disponible también el modelo F que proporciona a nuestros sensores además de resistencia a la intemperie una protección adicional contra ambientes químicos corrosivos.

1.5.1. Ventajas.

- ✓ Puede detectar objetos hasta 10 metros de distancia.
- ✓ Soporta diferentes formatos de lectura: (RS232, Ancho de pulso y Voltaje analógico)
- ✓ Puede ser alimentado desde 3V hasta 5.5V

- ✓ Puede ser utilizado en exteriores.
- ✓ Tiene una frecuencia de actualización de 10 Hz
- ✓ Todas sus interfaces están activas simultáneamente
- ✓ Tiene una detección de objetos que incluye rango de cero objetos
- ✓ Si se activa el rango de funcionamiento proporciona su rango de lectura.

1.5.2. Descripción de los pines del sensor MB7076

- **PIN 1:** Permite seleccionar el modo de operación del pin 5. Si está abierto (desconectado) o en HIGH, el pin 5 entregará una señal serial RS232 (basada en 0V-VCC). Si está aterrizado (en 0V o LOW) el pin 5 mostrará un pulso.
- **PIN 2:** Este pin transmite un pulso de ancho variable que representa el rango que se ha detectado. Para la serie MB7070 (MB7070, MB7072, MB7076, MB7077, MB7078, MB7092)) este pin entrega una salida de tiempo real siempre-activa. La señal de salida en este pin es una representación análoga del voltaje de la onda acústica que se utiliza en la detección.
- **PIN 3 (AN):** Este pin entrega un voltaje análogo con un factor de escala de ($V_{cc}/1024$) por centímetro. Con una alimentación de 5V, entregaría 4.9mV por centímetro; mientras que una fuente de 3.3V entregaría 3.2mV/cm.
- **PIN 4 (RX):** Este pin internamente está configurado para estar en 1 (HIGH). Si el pin 4 es dejado sin conexión o HIGH, el sensor medirá el rango de distancia de manera continua. Si se pone el pin 4 en LOW, el sensor dejará de medir. Si se hace un pulso HIGH de al menos 20us se le estará instruyendo al sensor medir.
- **PIN 5 (TX):** Cuando el pin 1 se deja abierto o en HIGH, el pin 5 entrega datos seriales asincrónicos en formato RS232, con la excepción de que el voltaje será de 0 a VCC.
- **PIN 6 (V+):** El voltaje de operación va de 3V a 5.5V. Con 3.3V el sensor tiene un drenaje de corriente de 2.1mA en promedio (50mA pico). En 5V la corriente drenada es de 3.4mA (100mA pico). La corriente pico ocurre al transmitir el pulso de sonido usando el sonar.

- **PIN 7 (GND):** Conexión de retorno a tierra. El suministro de electricidad debe ser libre de ruido y libre de rizado para una operación óptima. (Nuñez, 2016)

1.6. ARDUINO UNO



Figura 26. Arduino Uno
Fuente: (<https://www.arduino.cc/>, 2016)

El Arduino Uno es una placa con una plataforma computacional de circuito impreso que contiene un microcontrolador de Atmel AVR como se muestra en la figura 26, se basa en una simple tarjeta de Entradas/Salidas (I/O) para entornos de desarrollo implementado el lenguaje Processing/Wiring.

Arduino UNO es la versión mejorada de Duemilanove. En esta tiene una función de autoreset, una protección de sobrecargas, y el más importante un conector USB que facilita su programación, tiene componentes en miniatura SMD (salvo el microcontrolador, para poder cambiarlo fácilmente) y nuevo bootloader OptiBoot a 155kbps.

1.6.1. Características

- Microcontrolador ATmega328.
- Voltaje de entrada 7-12V.
- 14 pines digitales de I/O (6 salidas PWM).
- 6 entradas análogas.
- 32k de memoria Flash.

- Reloj de 16MHz de velocidad.

El Arduino dispone de 14 pines que puedan configurarse como E/S a los cuales pueden ser configurados para que sea capaz de transmitir o recibir señales digitales de 0- 5V además de disponer 6 pines de entrada analógicos para trasladar señales a conversores analógico/digital de 10 bits.

Un Arduino puede desarrollar objetos interactivos autónomos y puede ser conectado a software tal como Adobe Flash, Processing, Max/MSP, Pure Data. Además se puede utilizar como tarjeta de adquisición de datos desarrollando interfaces en software como JAVA, Visual Basic y LabVIEW 6 .

1.6.2. Aplicaciones del Arduino uno

Se utiliza en diferentes aplicaciones electrónicas

- **Xoscillo:** Osciloscopio de código abierto
- **Arduinome:** Un dispositivo controlador MIDI.
- **OBDuino:** un económetro que usa una interfaz de diagnóstico a bordo que se halla en los automóviles modernos.
- **SCA-ino:** Sistema de cómputo automotriz capaz de monitorear sensores como el TPS, el MAP y el 02S y controlar actuadores automotrices como la bobina de ignición, la válvula IAC y aceleradores electrónicos.
- **Humane Reader:** dispositivo electrónico de bajo coste con salida de señal de TV que puede manejar una biblioteca de 5000 títulos en una tarjeta microSD.¹⁹
- **The Humane PC:** equipo que usa un módulo Arduino para emular un computador personal, con un monitor de televisión y un teclado para computadora.²⁰
- **Ardupilot:** software y hardware de aeronaves no tripuladas.
- **ArduinoPhone:** un teléfono móvil construido sobre un módulo Arduino.
- **Máquinas** de control numérico por computadora (CNC).
- **Open Theremín Uno:** Versión digital de hardware libre del instrumento Theremín.

CAPITULO II

2. METODOLOGÍA

2.1. TIPO DE ESTUDIO

Para la realización del presente trabajo se tomaron a consideración varios tipos de investigación, los mismos que se detallan a continuación

2.1.1. Según el objeto de estudio:

- **Investigación Aplicada:** debido a que busca la aplicación o utilización de los conocimientos de la tecnología y avance tecnológico que se adquieren, dependen de los resultados de la investigación básica, con lo cual lo que interesa al investigador son las consecuencias prácticas ocasionadas en la observación.

2.1.2. Según la fuente de investigación:

- **Investigación bibliográfica:** debido a los medios en los cuales está sustentada la fase teórica del presente documento, éstos medios son: libros, revistas, publicaciones, tesis, etc.

2.1.3. Según las variables:

- **Investigación Descriptiva:** debido a que mide y evalúa diversos aspectos, dimensiones o componentes del fenómeno a investigar.
- **Investigación experimental:** Relaciona los experimentos y aplicaciones para comprobar la comunicación entre raspberry's, sensor –Tarjeta de adquisición de datos (Raspberry) y Tarjeta de adquisición de datos (Raspberry)-PC para la detección de obstáculos en la vía.

2.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

2.2.1. Población

La población es cualquier conjunto de elementos de los cuales se quiere conocer una o alguna de sus características. La población serán todos los conductores que circulan por la vía Riobamba-Ambato.

2.2.2. Muestra

La muestra es un subconjunto finito que se extrae de la población accesible. La población carece de registro definido ya que el número de pruebas es infinito, la muestra será establecida mediante la siguiente fórmula:

$$n = \frac{Zc^2 * p * q}{e^2}$$

Donde:

n=Tamaño de la muestra

Zc= Distribución de Gauss donde $zc=0.005-2.575$

E=Error muestral, falla que se produce al extraer la muestra de la población, oscila entre 1%-5%

pq= constante de la varianza de la población (0.25)

$$n = \frac{1.75^2 * 0,25}{0.25^2}$$

$$n = \frac{0.765}{0.0025}$$

$$n = 306$$

2.3. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Variable	Definición conceptual	CATEGORIA	Indicadores	TECNICAS E INSTRUMENTOS
INDEPENDIENTE Sistema de comunicación utilizando el protocolo V2V	Este sistema permite interactuar entre vehículos (vehículo y vehículo) y vehículos e infraestructura logrando una comunicación en tiempo real.	Desarrollo de pruebas con los vehículos	Resolución de imagen	Manual de aplicaciones
			Retardo de la transmisión	
			Distancia del vehículo al obstáculo	
			Distancia entre vehículos	
			Sincronización de los sistemas	
DEPENDIENTE Prevención de accidentes vehiculares en la vía Riobamba-Ambato	La prevención de accidentes proporcionará el intercambio periódico de información entre uno y otro vehículo con el suficiente tiempo para advertir al conductor y eludir una situación peligrosa.	Comunicación dentro de la red Ad-Hoc entre Tarjetas de adquisición de datos (Raspberry)-PC (visualización de imagen)	Tiempo de respuesta de la alerta del sistema	• Observaciones • Análisis del sistema
			Alerta audible	
			Diferencias de Velocidad entre vehículos	

Tabla 1.Operacionalización de variables

Elaborado por: Autoras

2.4. PROCEDIMIENTOS

Para el desarrollo del diseño e implementación de un sistema de comunicación, se siguió una serie de procesos, que en conjunto cumplirán con el objetivo deseado. A continuación, se presenta los pasos a seguir en la investigación.

1. Configuraciones del sistema operativo en la tarjeta de adquisición de datos (Raspberry)
2. Configuraciones de la red AD-HOC
3. Intercambio de información entre raspberry's dentro de la red ad-hoc esto permitirá la comunicación y transmisión de datos.
4. Instalación del programa servidor- cliente VNC en las raspberry 1 asignada como Cliente y raspberry 2 asignada como servidor
5. Configuración de comunicación punto a punto en las raspberry 1 asignada como Cliente y ordenador.
6. Configuración de comunicación punto a punto en las raspberry 2 Asignada como Servidor y ordenador.
7. Instalación y configuración del Sensor ultrasónico MB7076 en Raspberry Pi 2B a través de la interfaz de Arduino
8. Activación de alarma del sistema

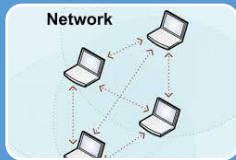
2.4.1. Diagrama de bloques del sistema

En la figura se puede observar un diagrama de bloques del sistema de comunicación.

Diagrama de bloques



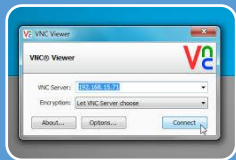
Configuración de raspberry



Configuración de red Ad-hoc entre raspberrys



intercambio de información entre raspberries



Visualización de transmisión a traves de vnc



Comunicación punto a punto con el ordenador



Configuración del sensor en raspberry

Activación de alarma del sistema

Figura 27.Diagrama de bloques

Fuente: Autoras

2.5 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS

En la presente sección se expone el desarrollo e implementación de un sistema integrado para la prevención de accidentes de tránsito en automóviles que transiten en el tramo Riobamba – Ambato de la carretera Panamericana.

El sistema funciona sobre una red AD-HOC donde mediante 2 Raspberry Pi 2B se transmite en tiempo real, esta red se implementará debido a que el Protocolo V2V se encuentra en fase de prueba por lo tanto no tiene un estándar de aplicación.

Para los posibles obstáculos que se presenten delante del vehículo al cual va conectado la Raspberry se utilizó el Sensor Ultrasónico MB7076 debido a que el dispositivo electrónico planteado anteriormente no fue posible utilizarlo ya que este tiene un costo relativamente elevado y no contaba con una cuenta de distribución segura para su adquisición.

2.5.1. Intercambio de información dentro de la red ad-hoc

Para el desarrollo del intercambio de información partimos del concepto de la red Ad-Hoc que menciona que no depende de una infraestructura pre-existente, en el que todos los nodos tienen el mismo estado dentro de la red y son libres de asociarse con cualquier otro dispositivo de red ad hoc en el rango de enlace.

2.5.2. Configuraciones de la red AD-HOC

1. Activación de paquetes dentro de la raspberry

- *pi@raspberrypi: ~\$ Sudo apt-get update*
- *pi@raspberrypi: ~\$ Sudo apt-get upgrade*

2. Activación de la salida Hdmi en la raspberry

- *pi@raspberrypi: ~\$ Sudo nano/boot/config.txt*
- *pi@raspberrypi: ~\$ hdmi_force_hotplug=1*
- *pi@raspberrypi: ~\$ sudo reboot*

3. Creación de la red Ad-Hoc en la raspberry 1 (Servidor)

- *pi@raspberrypi: ~\$ cd/etc/network/*
- *pi@raspberrypi: ~\$ sudo cp interfaces interfaces-wifi*
- *pi@raspberrypi: ~\$ Create a new file for our ad-hoc network.*
auto lo
iface lo inet loopback
iface eth0 inet dhcp
auto wlan0
iface wlan0 inet static

```

address 192.168.10.1
netmask 255.255.255.0
wireless-channel 1
wireless-ssid RPiwireless
wireless-mode ad-hoc
clear

```

- ***pi@raspberrypi:~\$ sudo cp interfaces-adhoc-interfaces***
- ***pi@raspberrypi:~\$ sudo reboot***

4. Creación de la red Ad-Hoc en la raspberry 2 (Cliente)

- ***pi@raspberrypi:~\$ cd/etc/network/***
- ***pi@raspberrypi:~\$ sudo cp interfaces interfaces-wifi***
- ***pi@raspberrypi:~\$ Create a new file for our ad-hoc network.***

```

auto lo
iface lo inet loopback
iface eth0 inet
auto wlan0
iface wlan0 inet static
address 192.168.10.2
netmask 255.255.255.0 up
wireless-channel 1
wireless-ssid RPiwireless
wireless-mode ad-hoc
clear

```

5. Rango de configuración de la red Ad-Hoc

```

Ddns-update-style interim;
default-lease-time 600;
max-lease-time 7200;
authoritative;
log-facility local7;
option subnet-mask 255.255.255.0;
option domain-name " RPiwireless ";
subnet 192.168.10.0 netmask 255.255.255.0 {
range 192.168.10.3 192.168.10.150;
}

```

6. Ejecutar la red

```

pi@raspberrypi:~$ sudo service isc-dhcp-server start
#!/bin/bash
# For Pi-1 /etc/rc.local
adhocNetwork(){
    echo "connecting to ad hoc network"
    ifconfig wlan0 down
    iwconfig wlan0 mode ad-hoc
    iwconfig wlan0 ssid RPiwireless
    iwconfig wlan0 channel 12
    ifconfig wlan0 192.168.50.1 netmask 255.255.255.0 up
    echo "connected to ad hoc network"
}
adhocNetwork
exit 0
#!/bin/bash
# For Pi-2 /etc/rc.local
adhocNetwork(){
    echo "connecting to ad hoc network"
}

```

```

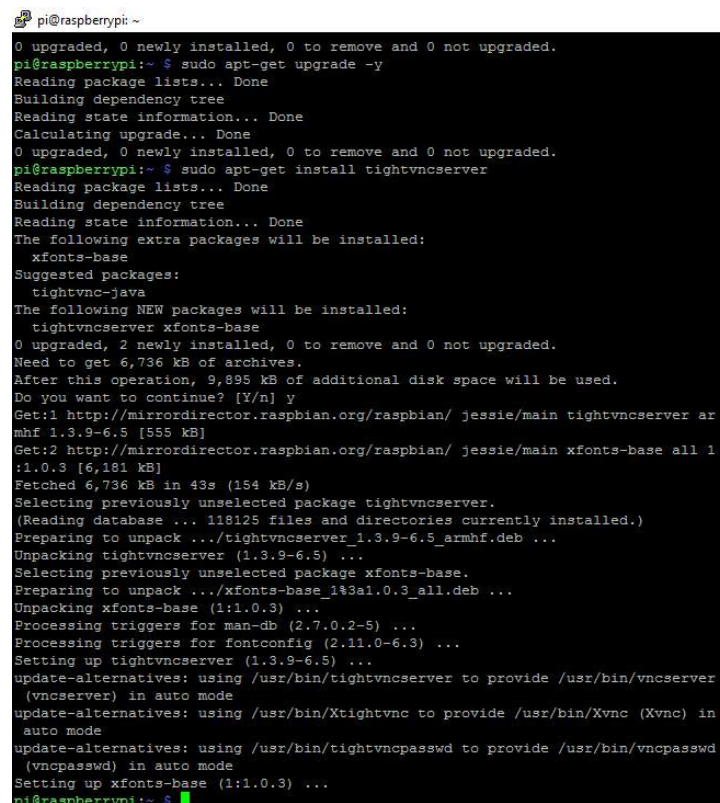
ifconfig wlan0 down
iwconfig wlan0 mode ad-hoc
iwconfig wlan0 essid RPiwireless
iwconfig wlan0 channel 1
ifconfig wlan0 192.168.50.2 netmask 255.255.255.0 up
echo "connected to ad hoc network"
}
adhocNetwork
exit 0

```

2.5.3. Instalación del programa servidor- cliente VNC

Instalación del programa servidor- cliente VNC en las raspberry 1
Asignada como Cliente y raspberry 2 asignada como servidor

- **Comando de instalación del programa VNC**
pi@raspberrypi:~\$ sudo apt-get install tightvncserver



```

pi@raspberrypi: ~
0 upgraded, 0 newly installed, 0 to remove and 0 not upgraded.
pi@raspberrypi:~$ sudo apt-get upgrade -y
Reading package lists... Done
Building dependency tree
Reading state information... Done
Calculating upgrade... Done
0 upgraded, 0 newly installed, 0 to remove and 0 not upgraded.
pi@raspberrypi:~$ sudo apt-get install tightvncserver
Reading package lists... Done
Building dependency tree
Reading state information... Done
The following extra packages will be installed:
  xfonts-base
Suggested packages:
  tightvnc-java
The following NEW packages will be installed:
  tightvncserver xfonts-base
0 upgraded, 2 newly installed, 0 to remove and 0 not upgraded.
Need to get 6,736 kB of archives.
After this operation, 9,895 kB of additional disk space will be used.
Do you want to continue? [Y/n] y
Get:1 http://mirrordirector.raspbian.org/raspbian/ jessie/main tightvncserver ar
mhf 1.3.9-6.5 [555 kB]
Get:2 http://mirrordirector.raspbian.org/raspbian/ jessie/main xfonts-base all 1
:1.0.3 [6,181 kB]
Fetched 6,736 kB in 43s (154 kB/s)
Selecting previously unselected package tightvncserver.
(Reading database ... 118125 files and directories currently installed.)
Preparing to unpack .../tightvncserver_1.3.9-6.5_armhf.deb ...
Unpacking tightvncserver (1.3.9-6.5) ...
Selecting previously unselected package xfonts-base.
Preparing to unpack .../xfonts-base_1:1.0.3_all.deb ...
Unpacking xfonts-base (1:1.0.3) ...
Processing triggers for man-db (2.7.0.2-5) ...
Processing triggers for fontconfig (2.11.0-6.3) ...
Setting up tightvncserver (1.3.9-6.5) ...
update-alternatives: using /usr/bin/tightvncserver to provide /usr/bin/vncserver
(vncserver) in auto mode
update-alternatives: using /usr/bin/Xtightvnc to provide /usr/bin/Xvnc (Xvnc) in
auto mode
update-alternatives: using /usr/bin/tightvncpasswd to provide /usr/bin/vncpasswd
(vncpasswd) in auto mode
Setting up xfonts-base (1:1.0.3) ...
pi@raspberrypi:~$

```

Figura 28. Programa Vnc
Fuente: Autoras

- **Comando para activar el vnc**
pi@raspberrypi:~\$ tightvncserver
password:123456
identify:123456
verify :123456

```

pi@raspberrypi:~ $ tightvncserver

You will require a password to access your desktops.

Password:
Verify:
Would you like to enter a view-only password (y/n)? y
Password:
Verify:

New 'X' desktop is raspberrypi:1

Creating default startup script /home/pi/.vnc/xstartup
Starting applications specified in /home/pi/.vnc/xstartup
Log file is /home/pi/.vnc/raspberrypi:1.log

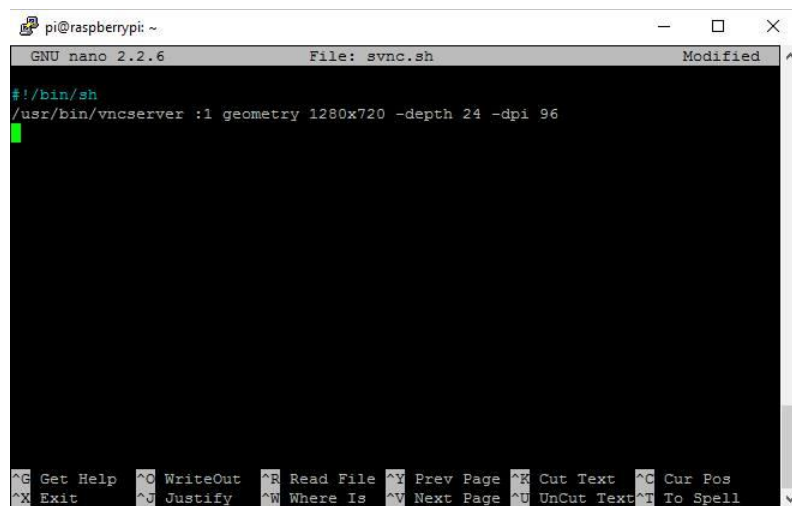
pi@raspberrypi:~ $ █

```

Figura 29. Instalación del programa Vnc

Fuente: Autoras

- *Comando para crear el script del vnc*
pi@raspberrypi:~\$ nano svnc.sh



```

pi@raspberrypi: ~
GNU nano 2.2.6 File: svnc.sh Modified
#!/bin/sh
/usr/bin/vncserver :1 geometry 1280x720 -depth 24 -dpi 96

```

Figura 30. Creación del script de Vnc

Fuente: Autoras

- Ingreso del password en Vnc para activación de la pantalla grafica de la raspberry

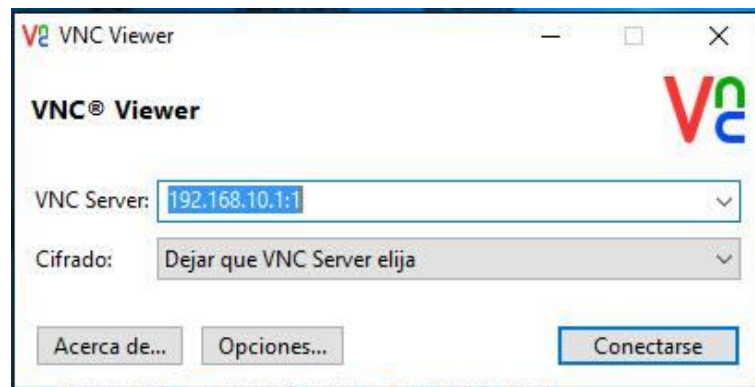


Figura 31. Ingreso de password del Vnc
Fuente: Autoras

- Pantalla de Funcionamiento de VNC para visualización de la pantalla grafica de la raspberry

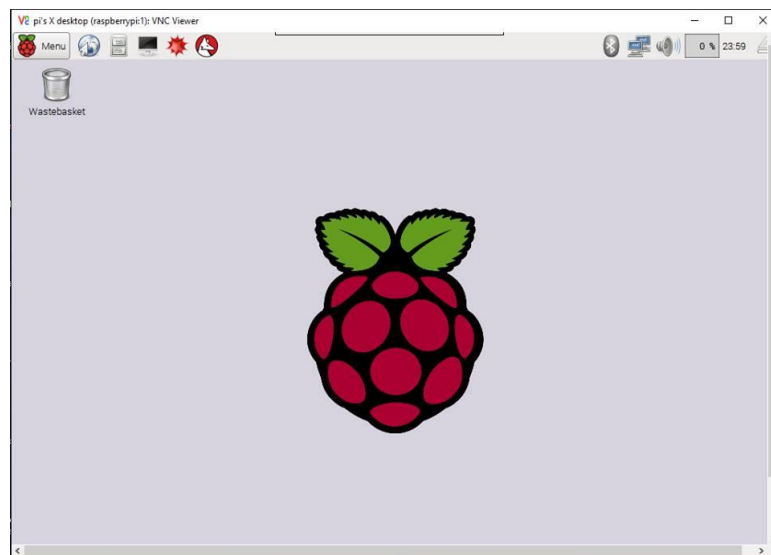


Figura 32. Ventana de visualización de Vnc en raspberry
Fuente: Autoras

2.5.4. Instalación del programa video.motion en la raspberry 2 asignada como servidor

- Instalacion del programa Motion dentro de la raspberry
pi@raspberrypi: ~\$ sudo apt-get install motion
pi@raspberrypi: ~\$ mkdir .motion
pi@raspberrypi: ~\$ sudo nano /etc/motion/motion.conf
Dentro de la configuración de Motion se realizan los siguientes cambios

```
Video device /dev/viedo0
Framerate 20
Netcam_kepalive on
Pre_capture 2
Post_capture 2
Var/lib/motion
Stream motion on
Stream local host off
```

Para la activación del programa Motion se utilizara el **Puerto 8081**

Activar Motion

```
Start Motion (){
echo " Starting the motion server"
sudo modprobe bcm2835-v4l2
sudo motion
echo "motion server activated"
}
```

2.5.5. Configuración de comunicación punto a punto en las raspberry 1

Asignada como Cliente y raspberry 2 asignada como servidor.

Para esta actividad en primera instancia se deben establecer dos direcciones IP aleatorias que se encuentren dentro del mismo rango o clase por ejemplo si en la Raspberry PI asignamos una IP de clase A con su máscara por defecto en el otro computador debería tener características similares.

Equipo	Dirección IP	Mascara	Gateway
Raspberry Pi (Servidor)	192.168.1.3	255.255.255.0	192.168.1.1
Servidor Portátil	192.168.1.4	255.255.255.0	192.168.1.1
Raspberry Pi (Cliente)	192.168.1.2	255.255.255.0	192.168.1.1
Cliente Portátil	192.168.1.5	255.255.255.0	192.168.1.1

Tabla 2. Direccionamiento IP

Fuente: Autoras

A continuación, se muestra paso a paso la configuración descrita anteriormente.

1.) Ventana de configuracion de la Ip estática en el tipo de acceso Ethernet

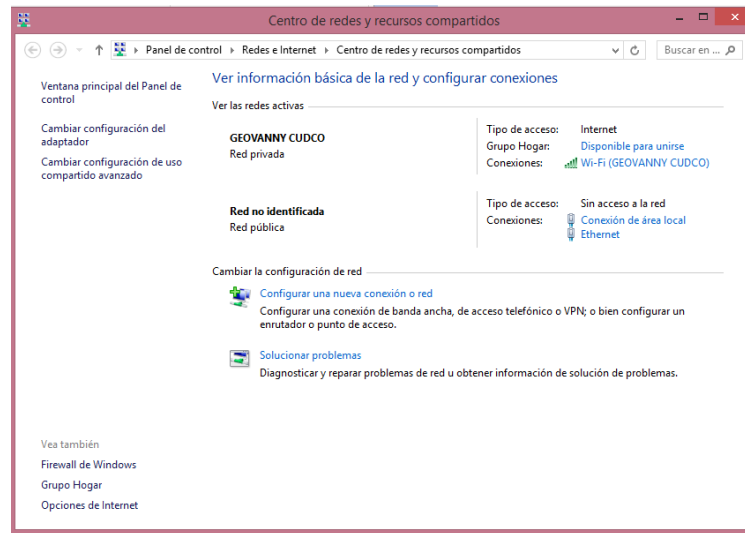


Figura 33. Centro de redes y recursos compartidos
Fuente: Autoras

2.) Ventana de verificación del estado de acceso Ethernet

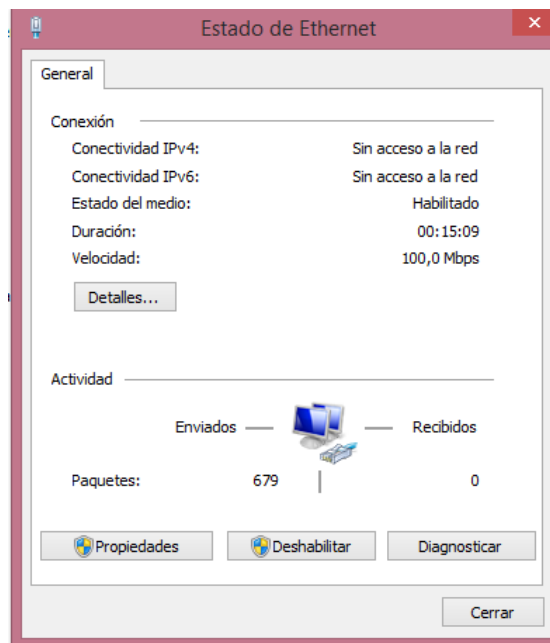


Figura 34. Estado de Ethernet
Fuente: Autoras

3.) Ventana de propiedades de Ethernet en activacion del protocolo de internet version IPv4 (TCP)

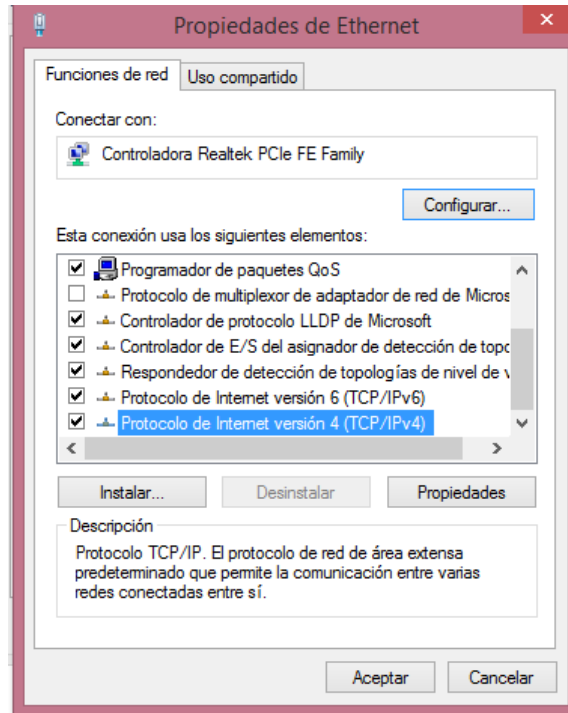


Figura 35. Protocolo de Internet

Fuente: Autoras

4.) Ventana de asignación de IP

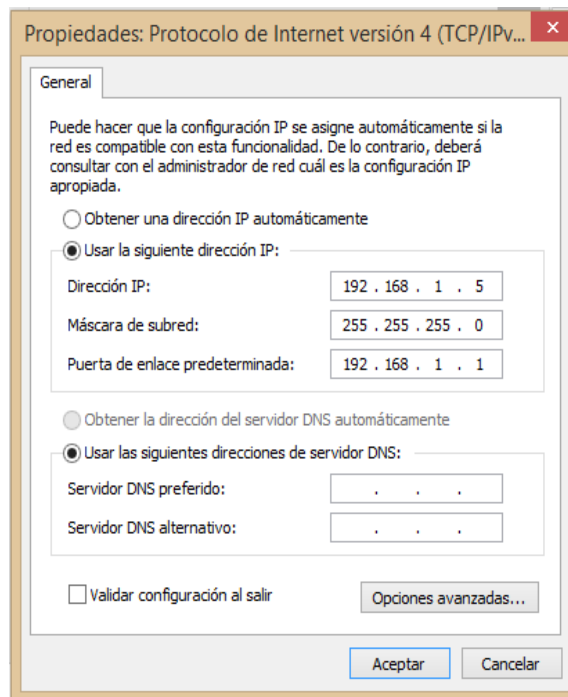


Figura 36. Asignación de la IP

Fuente: Autoras

5.) Configuración de la Ip estática en la tarjeta de adquisición de datos (Raspberry)

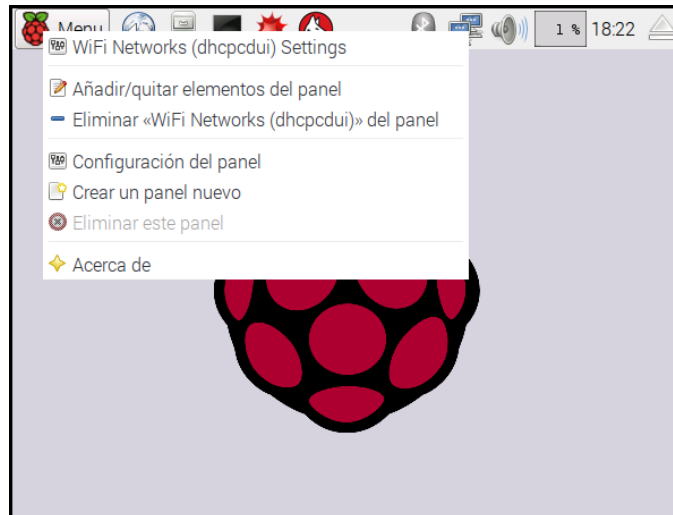


Figura 37. Gestor de redes Raspberry PI
Fuente: Autoras

6.) Ventana de configuración de la interfaz en Ethernet dentro de tarjeta de adquisición de datos (Raspberry)

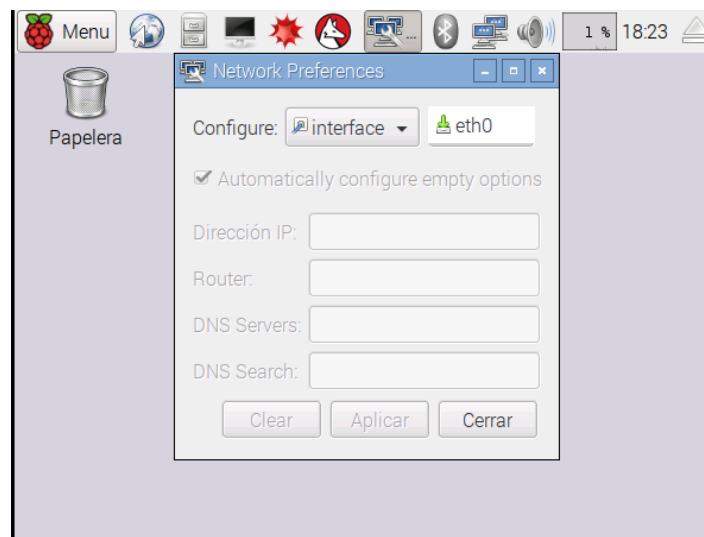


Figura 38. Interface eth0
Fuente: Autoras

7.) Ventana asignacion de la IP Estática dentro de la tarjeta de adquisición de datos (Raspberry)

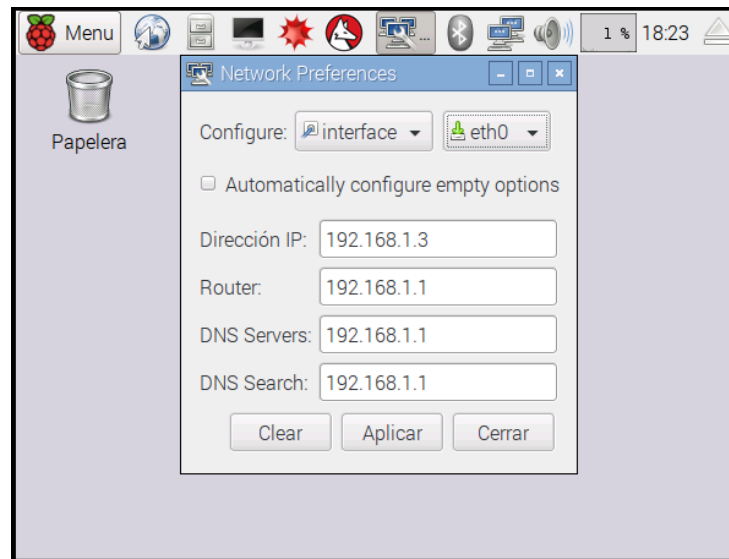


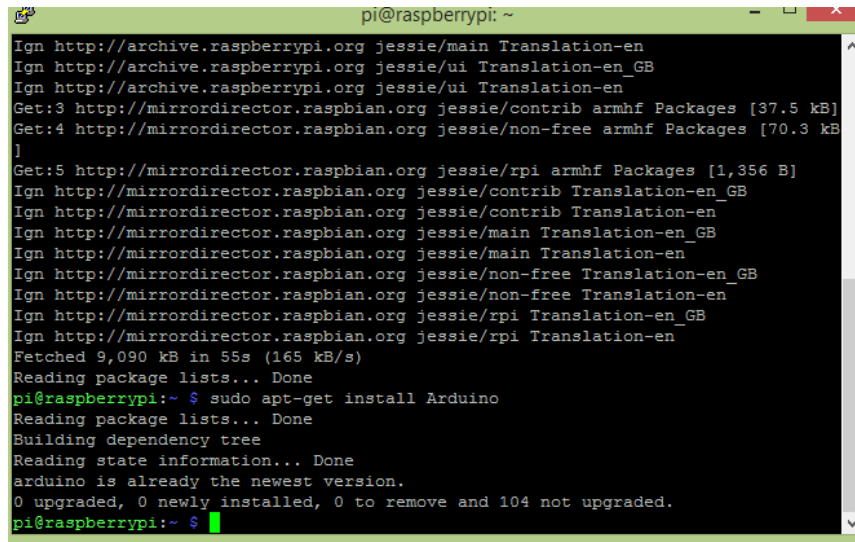
Figura 39. Asignación de IP
Fuente: Autoras

2.5.6. Instalación y configuración del Sensor ultrasónico MB7076 en Raspberry Pi a través de la interfaz de Arduino

a) Instalación de la IDE de Arduino en Raspberry PI

Utilizamos los comandos:

- *pi@raspberrypi: ~\$* sudo apt-get update
- *Instalacion del Ide Arduino*
pi@raspberrypi: ~\$ sudo apt-get install Arduino

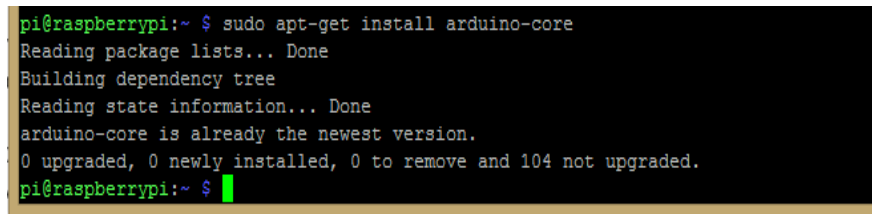


```
pi@raspberrypi: ~  
Ign http://archive.raspberrypi.org jessie/main Translation-en  
Ign http://archive.raspberrypi.org jessie/ui Translation-en_GB  
Ign http://archive.raspberrypi.org jessie/ui Translation-en  
Get:3 http://mirrordirector.raspbian.org jessie/contrib armhf Packages [37.5 kB]  
Get:4 http://mirrordirector.raspbian.org jessie/non-free armhf Packages [70.3 kB]  
]  
Get:5 http://mirrordirector.raspbian.org jessie/rpi armhf Packages [1,356 B]  
Ign http://mirrordirector.raspbian.org jessie/contrib Translation-en_GB  
Ign http://mirrordirector.raspbian.org jessie/contrib Translation-en  
Ign http://mirrordirector.raspbian.org jessie/main Translation-en_GB  
Ign http://mirrordirector.raspbian.org jessie/main Translation-en  
Ign http://mirrordirector.raspbian.org jessie/non-free Translation-en_GB  
Ign http://mirrordirector.raspbian.org jessie/non-free Translation-en  
Ign http://mirrordirector.raspbian.org jessie/rpi Translation-en_GB  
Ign http://mirrordirector.raspbian.org jessie/rpi Translation-en  
Fetched 9,090 kB in 55s (165 kB/s)  
Reading package lists... Done  
pi@raspberrypi:~ $ sudo apt-get install Arduino  
Reading package lists... Done  
Building dependency tree  
Reading state information... Done  
arduino is already the newest version.  
0 upgraded, 0 newly installed, 0 to remove and 104 not upgraded.  
pi@raspberrypi:~ $
```

Figura 40. Instalación de Arduino en Raspberry
Fuente: Autoras

- **Comando de instalación del Ide Arduino**

pi@raspberrypi: ~\$ sudo apt-get install Arduino-core



```
pi@raspberrypi:~ $ sudo apt-get install arduino-core  
Reading package lists... Done  
Building dependency tree  
Reading state information... Done  
arduino-core is already the newest version.  
0 upgraded, 0 newly installed, 0 to remove and 104 not upgraded.  
pi@raspberrypi:~ $
```

Figura 41. Instalación de Arduino Core
Fuente: Autoras

b) Programación de un script para la comunicación entre Raspberry Pi y

Arduino

```
#!/usr/bin/env python2.7  
import time  
import serial  
ser=serial.Serial(  
    port='/dev/ttyACM0',  
    baudrate = 9600,  
    parity=serial.PARITY_NONE,  
    stopbits=serial.STOPBITS_ONE,  
    bytesize=serial.EIGHTBITS,  
    timeout=5  
)  
counter=0  
while 1:  
    x=ser.readline()  
    print x  
ser.close ()
```

- c) Ubicación del IDE Arduino en Raspberry Pi para la configuración de datos del sensor MB7076

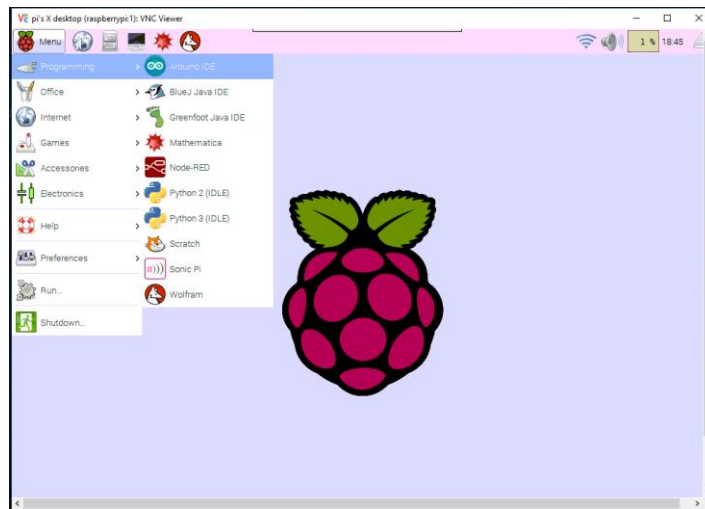


Figura 42. Ubicación del IDE Arduino en Raspberry
Fuente: Autoras

- d) Vista previa del área de trabajo del IDE Arduino en Raspberry PI como muestra la siguiente figura 43.

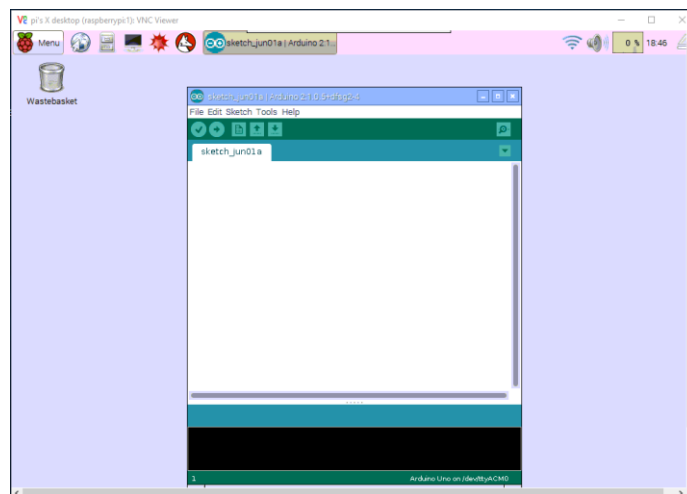


Figura 43.- Espacio de trabajo del IDE de Arduino
Fuente: Autoras

- e) Elaboracion de programa para la lectura de datos en IDE Arduino en Raspberry PI como muestra la siguiente figura 44.

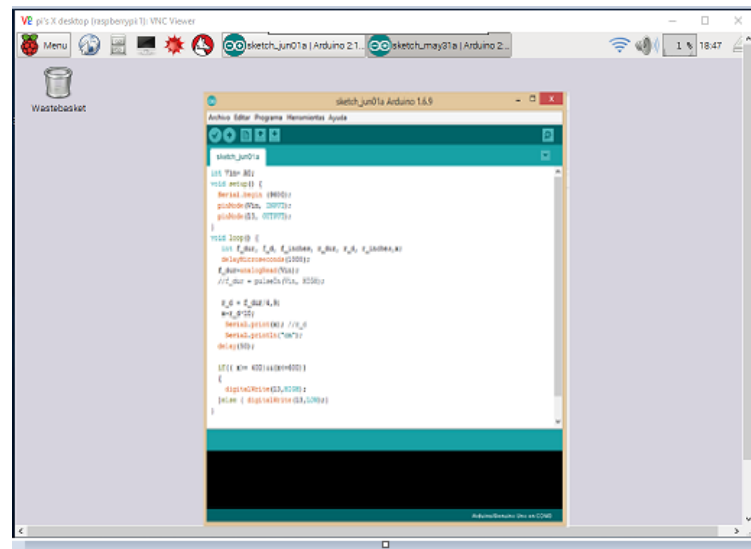


Figura 44. Lectura de datos del sensor en Raspberry
Fuente: Autoras

2.5.7. Jitter

El jitter es la variabilidad temporal durante el envío de señales digitales, una ligera desviación de la exactitud de la señal de reloj. El jitter suele considerarse como una señal de ruido no deseada.

Para conocer la cantidad de paquetes enviados y recibidos durante la transmisión utilizamos el programa Wireshark para capturar los paquetes ya que posee dos interfaces una de ellas es una versión en modo texto llamada Tshark y una interfaz gráfica que nos facilitó su uso.

2.5.8.1 Instalación de Wireshark

- **Instalación del Wireshark en versión interfaz gráfica**

```
pi@raspberrypi: ~$ sudo apt-get install Wireshark
```

- **Instalacion del Wireshark en versión texto**

```
pi@raspberrypi: ~$ sudo apt-get install Tsharck
```

```
pi@raspberrypi: ~$ tsharck wlan0
```

```
pi@raspberrypi: ~$ sudo tsharck
```

```
pi@raspberrypi: ~$ sudo tsharck -C 20
```

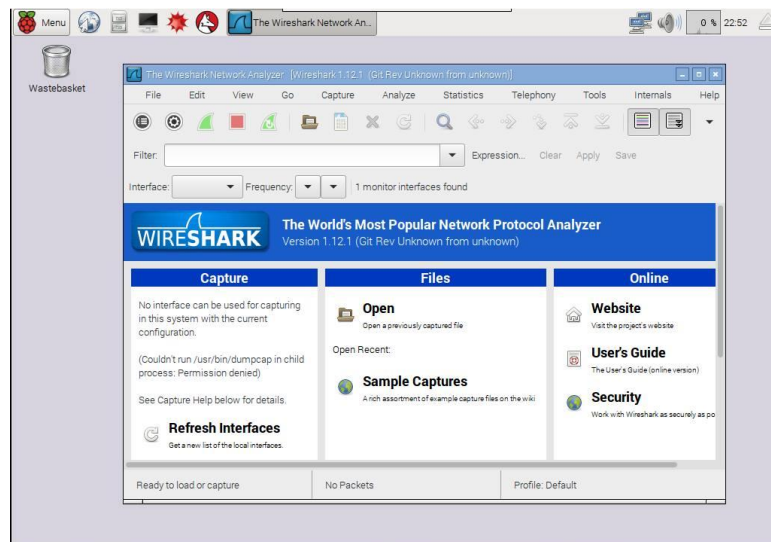


Figura 45. interfaz de Wireshark

Fuente: Autoras

ESCENARIO DE COMUNICACION

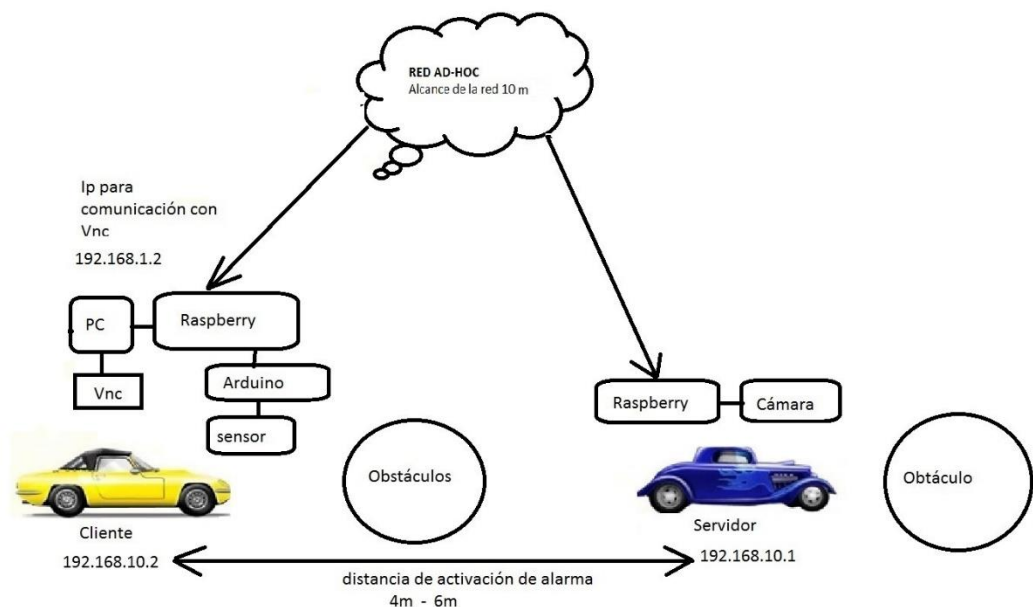


Figura 46. Escenario de comunicación

Fuente: Autoras

2.6 COMPROBACION DE LA HIPOTESIS

Una prueba de hipótesis es una prueba de estadística que se utiliza para determinar si existe suficiente evidencia en una muestra considerable de datos para

inferir que cierta condición es válida para toda la población. Una prueba de hipótesis examina dos hipótesis opuestas sobre una población: la hipótesis nula y la hipótesis afirmativa. La hipótesis nula es el enunciado que se probará. Por lo general, la hipótesis nula es un enunciado que “no hay efecto” o “no hay diferencia”. La hipótesis alternativa es el enunciado que se desea poder concluir que es verdadero.

Con base en los datos de la muestra, la prueba determina si se debe rechazar la hipótesis nula. Para tomar la decisión se utiliza un valor p. Si el valor p es menor que o igual al nivel de significancia, que es un punto de corte que usted define, entonces puede rechazar la hipótesis nula.

2.6.1. Planteamiento de la Hipótesis Estadística

Ho: El diseño e implementación de un sistema de comunicación con el protocolo V2V, permitirá prevenir accidentes vehiculares en la vía Riobamba – Ambato.

Hi: El diseño e implementación de un sistema de comunicación con el protocolo V2V, no permitirá prevenir accidentes vehiculares en la vía Riobamba – Ambato.

$$\text{Ho: } \mu_s > \mu_d$$

$$\text{Hi: } \mu_s < \mu_d$$

2.6.1.1 Establecimiento del nivel de significancia

La prueba se realizó con un 95.5% de confiabilidad, es decir con un nivel de significancia de $\alpha=0.005$

2.6.2. Cálculos

Para obtener los datos se emplea la tabla resumen la misma que en la prueba de Chi Cuadrado viene a ser la matriz de frecuencias observadas y sus totales:

2.6.3. Recolección de muestras transmitidas por la red Ad-Hoc

Al utilizar la fórmula de Chi Cuadrado se adquiere la matriz de frecuencias esperadas.

PRIMER ESCENARIO

Para el escenario 1 se utilizaron los datos captados por el sensor con una variación de tiempo, los mismos que sirvieron para calcular la tasa de transmisión con los cuales arrojo los siguientes datos como muestra la siguiente tabla.

ID	TX	TR	TIEMPO	TASA DE TX
1	410	410	6	134.48
2	410	400	10	80.69
3	470	470	17	47.46
4	410	400	23	35.08
5	490	460	30	26.90
6	530	510	34	23.73
7	590	590	39	20.69
8	510	510	42	19.21
9	510	510	47	17.17
10	510	510	51	15.82
11	540	520	55	14.67
12	540	520	59	13.68
13	540	500	64	12.61
14	600	560	18	44.83
15	500	430	71	11.36
16	450	450	75	10.76
17	440	440	79	10.21
18	410	400	82	9.84
19	410	410	26	31.03
20	440	420	39	20.69
21	460	420	41	19.68
22	420	420	94	8.58
23	460	420	98	8.23
24	460	420	12	67.24
25	520	480	34	23.73
26	490	430	20	40.34
27	420	400	49	16.47
28	480	420	41	19.68
29	470	450	23	35.08
30	460	460	54	14.94

31	500	420	76	10.62
MEDIA	479.03	456.77	45.45	27.92

Tabla 3. Escenario 1

SEGUNDO ESCENARIO

Para el escenario 2 se utilizaron los datos captados por el sensor con una variación de tiempo, los mismos que sirvieron para calcular la tasa de transmisión de datos recibidos arrojando los siguientes datos como muestra la siguiente tabla.

ID	TX	TR	TIEMPO	TASA DE TX
1	430	430	3	268.95
2	450	450	4	201.71
3	430	430	6	134.48
4	430	430	6	134.48
5	400	400	9	89.65
6	400	400	10	80.69
7	400	400	11	73.35
8	400	400	12	67.24
9	400	400	13	62.07
10	400	400	14	57.63
11	400	400	15	53.79
12	400	400	16	50.43
13	400	400	20	40.34
14	400	400	23	35.08
15	410	410	27	29.88
16	410	360	30	26.90
17	410	360	34	23.73
18	410	410	37	21.81
19	400	380	41	19.68
20	400	380	44	18.34
21	400	400	48	16.81
22	500	480	50	16.14
23	400	400	55	14.67
24	400	400	60	13.45
25	400	400	63	12.81
26	400	400	67	12.04
27	420	420	69	11.69
28	420	420	75	10.76
29	420	420	32	25.21
30	450	420	25	32.27
31	400	400	69	11.69
32	400	400	42	19.21
33	410	400	75	10.76

34	410	400	99	8.15
35	410	410	40	20.17
36	410	410	70	11.53
37	420	420	30	26.90
38	420	400	60	13.45
39	420	420	24	33.62
40	420	400	11	73.35
41	450	420	54	14.94
42	450	420	35	23.05
MEDIA	414.5238095	407.142857	36.3809524	45.7831702

Tabla 4. Escenario 2

TERCER ESCENARIO

Para el escenario 3 se utilizaron los datos captados por el sensor con una variación de tiempo, los mismos que sirvieron para calcular la tasa de transmisión de datos como muestra la siguiente tabla.

ID	TX	TR	TIEMPO	TASA DE TX
1	420	420	4	201.71
2	420	420	5	161.37
3	460	460	6	134.48
4	460	460	7	115.27
5	580	580	11	73.35
6	580	580	12	67.24
7	400	400	15	53.79
8	440	440	16	50.43
9	450	450	17	47.46
10	400	400	21	38.42
11	400	400	22	36.68
12	400	400	23	35.08
13	400	400	24	33.62
14	410	410	29	27.82
15	400	400	30	26.90
16	400	400	31	26.03
17	400	400	32	25.21
18	400	400	33	24.45
19	400	400	34	23.73
20	400	400	35	23.05
21	400	400	36	22.41
22	500	500	42	19.21
23	400	400	47	17.17
24	600	600	50	16.14

25	600	600	51	15.82
26	630	630	55	14.67
MEDIA	451.923077	451.923077	26.4615385	51.2118372

Tabla 5. Escenario 3

CUARTO ESCENARIO

Para el escenario 4 se utilizaron los datos captados por el sensor con una variación de tiempo, los mismos que sirvieron para calcular la tasa de transmisión de datos recibidos como muestra la siguiente tabla.

ID	TX	TR	TIEMPO	TASA DE TX
1	400	400	8	100.86
2	440	440	8	100.86
3	490	490	9	89.65
4	550	550	13	62.07
5	550	550	13	62.07
6	600	600	16	50.43
7	600	600	16	50.43
8	630	630	20	40.34
9	630	630	20	40.34
10	650	650	21	38.42
11	650	650	22	36.68
12	620	620	29	27.82
13	530	530	31	26.03
14	410	410	37	21.81
15	410	410	37	21.81
16	400	400	38	21.23
17	400	400	38	21.23
18	440	440	40	20.17
19	490	490	41	19.68
20	550	550	44	18.34
21	550	550	44	18.34
22	600	600	46	17.54
23	600	600	46	17.54
24	630	630	49	16.47
25	630	630	50	16.14
26	650	650	59	13.68
27	650	650	61	13.23
28	620	620	65	12.41
29	400	400	70	11.53
30	410	410	71	11.36
MEDIA	539.333333	539.333333	35.4	33.9495001

Tabla 6. Escenario 4

$$e = \frac{\text{Suma Total Vertical} * \text{Suma Total Horizontal}}{\text{Suma Total}}$$

A partir de los datos generados se procede a calcular la matriz del valor estadístico de prueba de Chi Cuadrado:

$$x_{prueba}^2 = \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

Escenario	TX	TR	TIEMPO (S)	TASA DE TX	TOTAL
Escenario 1	479.03	456.77	45.45	27.92	1009.18
Escenario 2	414.52	407.14	36.38	45.78	903.83
Escenario 3	451.92	451.92	26.46	51.21	981.52
Escenario 4	539.33	539.33	35.40	33.95	1148.02
TOTAL	1884.81	1855.17	143.69	158.86	4042.54

Tabla 7. Frecuencias

Donde:

$$x_{prueba}^2 = \text{Valor estadístico de prueba de Chi Cuadrado}$$

Escenario	TX	TR	TIEMPO (S)	TASA DE TX
Escenario 1	470.52	463.12	35.87	39.66
Escenario 2	421.41	414.78	32.13	35.52
Escenario 3	457.63	450.43	34.89	38.57
Escenario 4	535.26	526.84	40.81	45.11

Tabla 8. Frecuencias Observadas

Escenario	TX	TR	TIEMPO (S)	TASA DE TX
Escenario 1	0.151156	0.088268	2.019187	4.936351
Escenario 2	0.114258	0.143226	0.497385	2.301290
Escenario 3	0.072012	0.004923	2.683702	3.119869
Escenario 4	0.030826	0.289452	0.825796	3.671923

Tabla 9. Frecuencias Esperadas

Finalmente los datos obtenidos de la matriz anterior se determinan el valor de Chi Cuadrado Calculado, para lo cual se emplea la siguiente fórmula:

$$\chi_o^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} = 19.453$$

Al igual que las distribuciones estadísticas t y F, la distribución Chi Cuadrado tiene una forma que depende del número de grados de libertad asociados a un determinado problema.

Para obtener un valor crítico a partir de una tabla de Chi Cuadrado, se debe seleccionar un nivel de significancia y determinar los grados de libertad para el problema que se vaya a resolver.

Los grados de libertad reflejan el tamaño de la tabla, son igual al número de filas (categorías) menos 1, o bien, $(r - 1)$ que multiplican al número de columnas (muestras) menos 1, o bien, $(k - 1)$. Por lo tanto con 4 filas y 4 columnas, los grados de libertad son:

$$gl = (r - 1) * (k - 1)$$

$$gl = (4 - 1) * (4 - 1) = (3)(3)$$

$$gl = 9$$

DISTRIBUCION DE χ^2

Grados de libertad	Probabilidad											
	0,95	0,90	0,80	0,70	0,50	0,30	0,20	0,10	0,05	0,01	0,001	
1	0,004	0,02	0,06	0,15	0,46	1,07	1,64	2,71	3,84	6,64	10,83	
2	0,10	0,21	0,45	0,71	1,39	2,41	3,22	4,60	5,99	9,21	13,82	
3	0,35	0,58	1,01	1,42	2,37	3,66	4,64	6,25	7,82	11,34	16,27	
4	0,71	1,06	1,65	2,20	3,36	4,88	5,99	7,78	9,49	13,28	18,47	
5	1,14	1,61	2,34	3,00	4,35	6,06	7,29	9,24	11,07	15,09	20,52	
6	1,63	2,20	3,07	3,83	5,35	7,23	8,56	10,64	12,59	16,81	22,46	
7	2,17	2,83	3,82	4,67	6,35	8,38	9,80	12,02	14,07	18,48	24,32	
8	2,73	3,49	4,59	5,53	7,34	9,52	11,03	13,36	15,51	20,09	26,12	
9	3,32	4,17	5,38	6,39	8,34	10,66	12,24	14,68	16,92	21,67	27,88	
10	3,94	4,86	6,18	7,27	9,34	11,78	13,44	15,99	18,31	23,21	29,59	
	No significativo								Significativo			

Figura 47. Tabla de distribución Chi Cuadrado
Fuente: (Moreno, s.f.)

De acuerdo a la tabla estadística de distribución Chi Cuadrado, con un nivel de significancia 0,01 a 9 grado de libertad, genera un valor de = 21,67

2.6.4. Decisión

La prueba Chi Cuadrado requiere la comparación del χ_o^2 con el χ_{tabla}^2 . Si el valor estadístico de prueba es menor que el valor tabular, la hipótesis de investigación es aceptada, caso contrario, Hi es rechazada.

En este caso: $\chi_o^2 < \chi_{tabla}^2 \rightarrow 19,453 < 21,67$

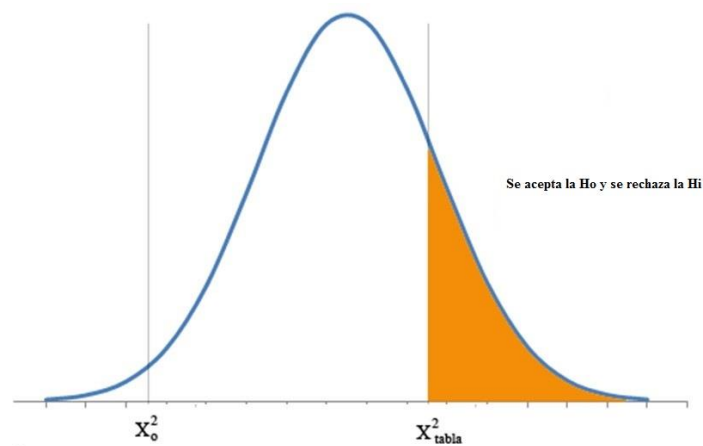


Figura 48. Escenario de comprobación de hipótesis
Fuente: Autoras

Por lo tanto se rechaza la Hi y se acepta la Ho.

CAPITULO III

3. RESULTADOS

3.1. Pruebas de comunicación entre Tarjetas de adquisición de datos (Raspberry)

Para la comunicación entre Raspberry se realiza lo siguiente

- Conectar las raspberry a la Pc para la visualización grafica de comunicación

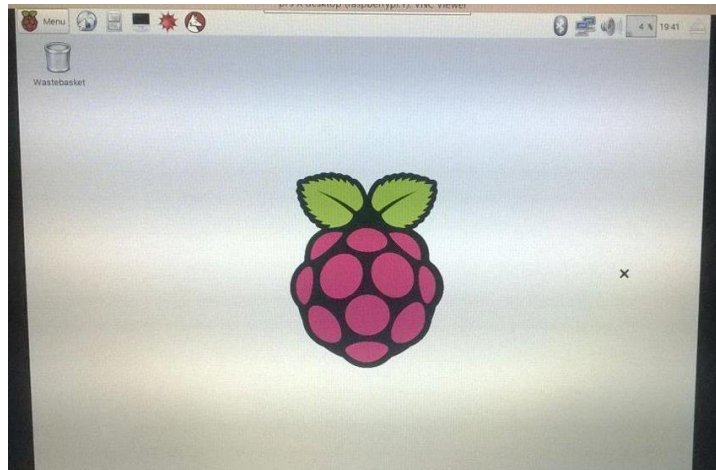


Figura 49. Visualización gráfica de comunicación

Fuente: Autoras

- Prueba de comunicación hacia la otra raspberry activada como cliente desde la raspberry asignada como servidor

Ping 192.168.10.1

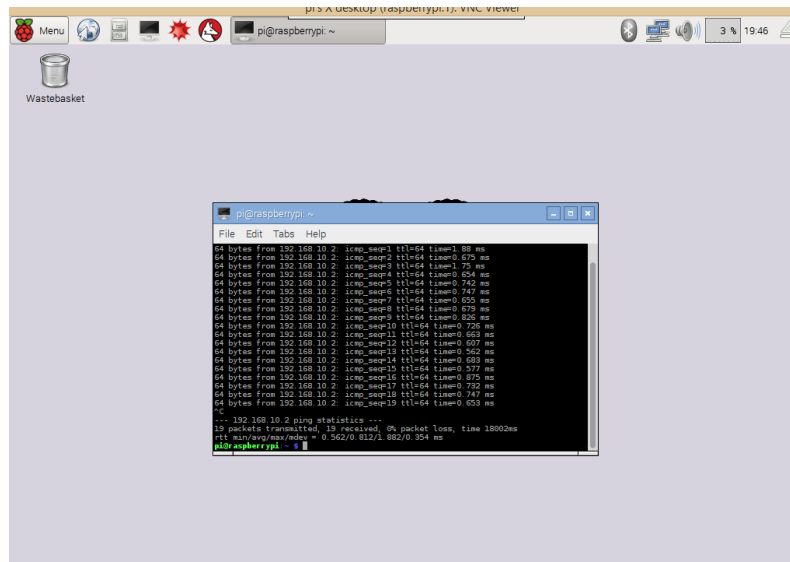


Figura 50. Prueba de comunicación hacia el cliente
Fuente: Autoras

- Prueba de comunicación hacia la otra raspberry activada como servidor desde la raspberry asignada como cliente

Ping 192.168.10.1

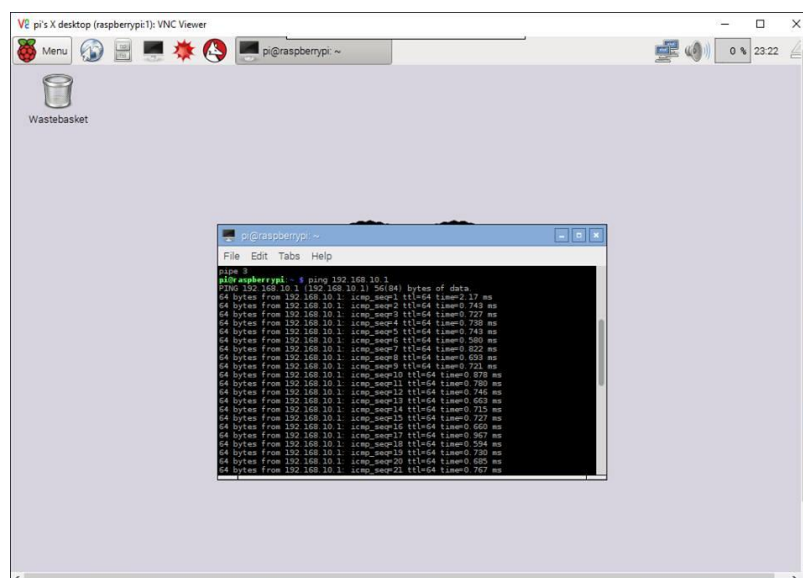


Figura 51. Prueba de comunicación hacia el servidor
Fuente: Autoras

- Transmision de streaming entre raspberry :para esto se ativa el comando *sudo motion en la consola de la raspberry*
- Ingreso de la ip 192.168.10.1 por el puerto 8081 para vizualizacion de la transmisi3n.

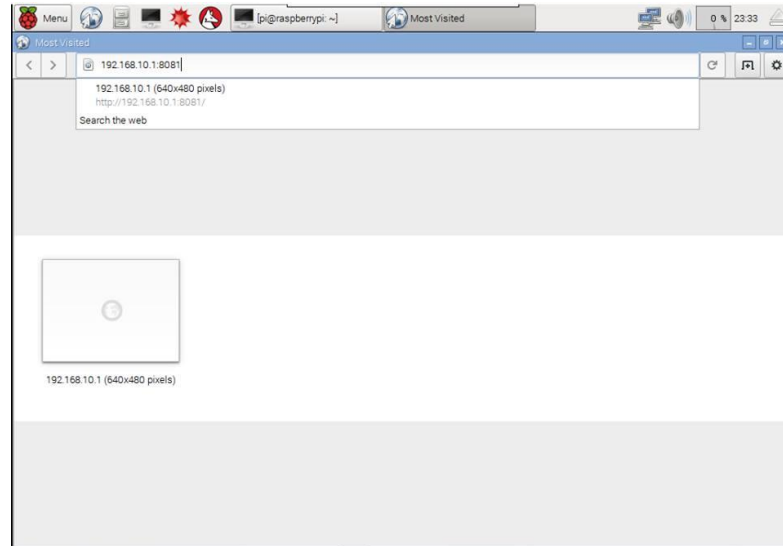


Figura 52. Ingreso de Ip en el navegador
Fuente: Autoras

- Transmision de video en tiempo real



Figura 53. Visualizaci3n en tiempo real
Fuente: Autoras

- Ingresar desde VNC el cual permite tomar el control del ordenador servidor remotamente a través de un ordenador cliente en este caso PC

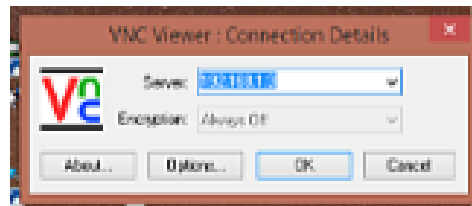


Figura 54. Ingreso al software Vnc
Fuente: Autoras

- Ingresar el password asignado en el software VNC

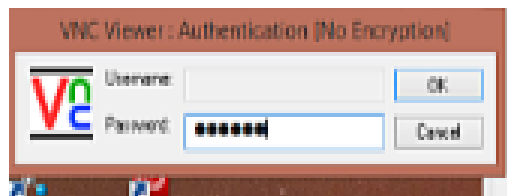


Figura 55. Ingreso del Password en Vnc
Fuente: Autoras

- Ejecutar el script del Ide de Arduino dentro de la raspberry con el nombre de distancias.sh para obtener los datos de sensor

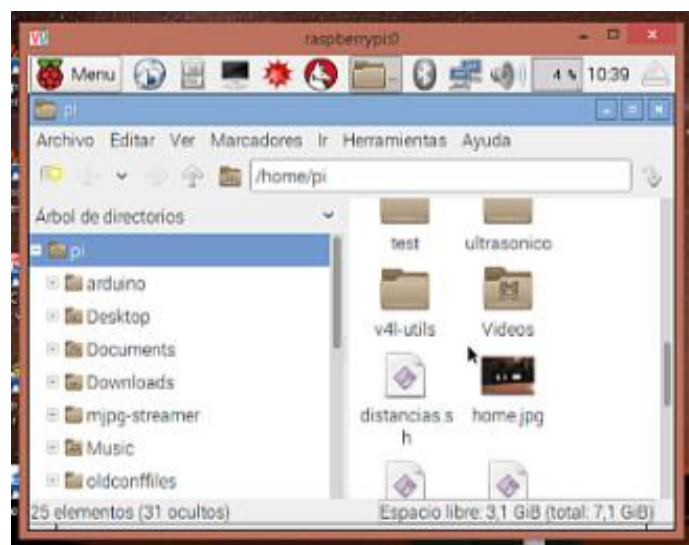


Figura 56. Elección del script de datos del sensor
Fuente: Autoras

- Ejecutamos el script programado dentro de la raspberry

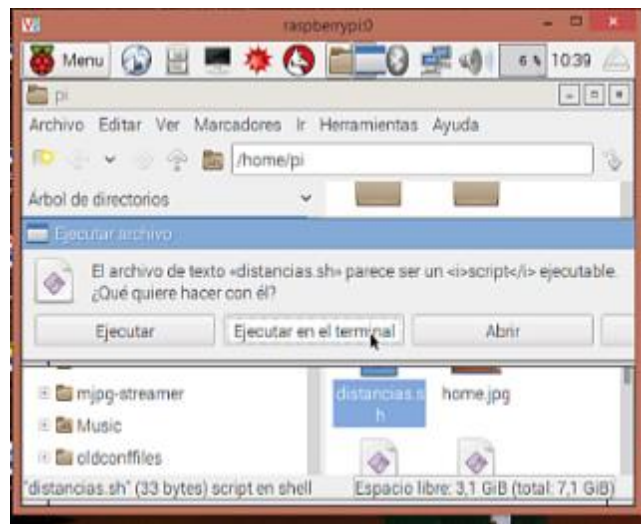


Figura 57.Ejecución de script

Fuente: Autoras

- Visualización de los datos programados en el Ide de Arduino dentro de la raspberry.

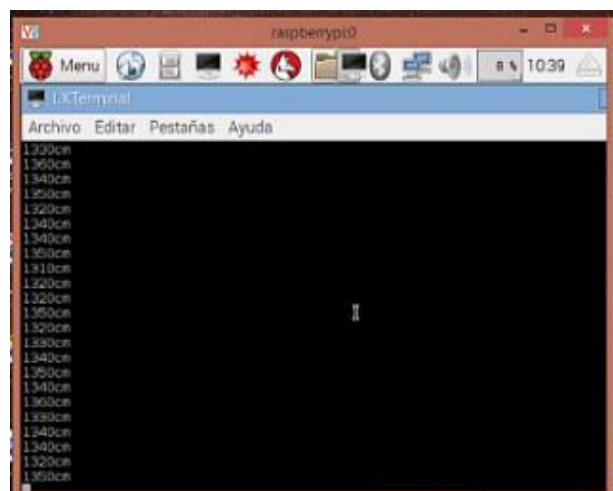


Figura 58. Visualización de datos del sensor

Fuente: Autoras

- Transmisión en vivo de video y sistema de detección de obstáculos mostrada en la figura 59.

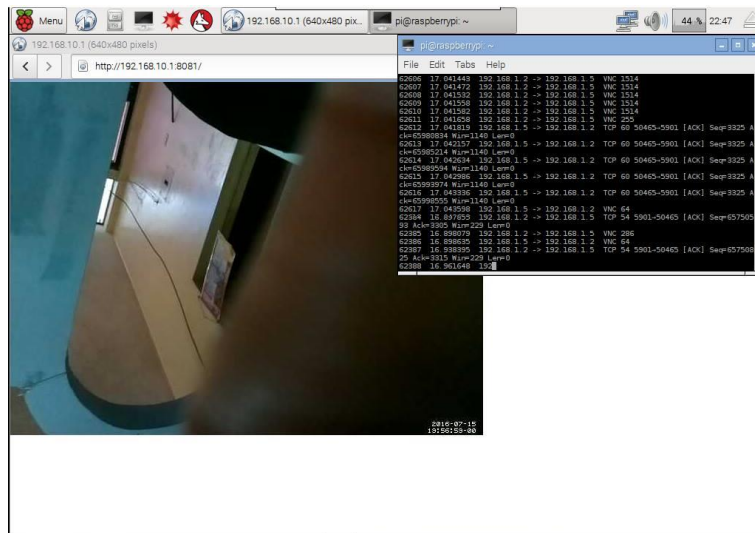


Figura 59. Transición en vivo del sistema de comunicación
Fuente: Autoras

3.2. Pruebas en Escenarios de comunicación

Realizamos las respectivas pruebas con la plataforma de Arduino ingresadas en Excel. Para calcular la velocidad en la que se encontró sometida la aplicación se muestra a continuación:

Primer Escenario

El primer vehículo circula a una velocidad aproximada de 70 Km/h, en este se encuentra la tarjeta de adquisición de datos raspberry asignada como servidor que tiene implementada la cámara la cual permitirá la transmisión de imágenes.

El segundo vehículo se encuentra la tarjeta de adquisición de datos raspberry asignada como cliente, en este vehículo tenemos adaptado el prototipo de comunicación, con el sensor, el cual nos va a indicar la distancia que tenemos entre vehículos, la distancia entre el vehículo y el obstáculo, a su vez una alarma emitirá la alerta audible en caso de posibles obstáculos para evitar situaciones peligrosas.

Datos

$d=1320m$

$v = 40 \text{ Km/h}$

$$t = \frac{d}{v}$$

$$t = \frac{1320 \text{ m}}{666.67 \text{ m/min}}$$

$$t = 1,97 \text{ min}$$

En la figura 60 se muestra la detección de obstáculos (cambio de carril a velocidad considerable) obtenidos del sensor, el color rojo muestra el rango al que la alarma envió datos de peligro

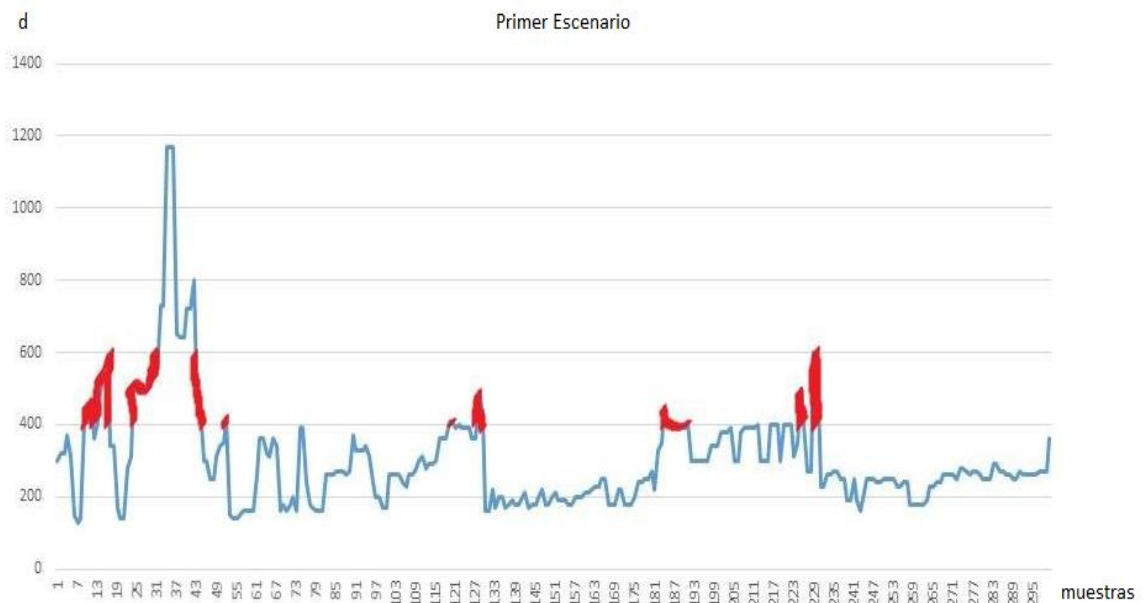


Figura 60. Pruebas en el primer escenario
Fuente: Autoras

Segundo Escenario

El primer vehículo circula a una velocidad aproximada de 65 Km/h

Datos

d= 1200

$v = 40 \text{ Km/h}$

$$t = \frac{d}{v}$$

$$t = \frac{1200 \text{ m}}{666,67 \text{ m/min}}$$

$$t = 1,80 \text{ min}$$

En la figura 61 se muestra la detección de obstáculos obtenidos del sensor, el color rojo muestra el rango al que la alarma envió datos de peligro



Figura 61. Pruebas en el segundo escenario

Fuente: Autoras

Tercer Escenario

El primer vehículo circula a una velocidad aproximada de 50 Km/h.

Datos

$v = 80 \text{ Km/h}$

$D=740 \text{ m}$

$$t = \frac{d}{v}$$

$$t = \frac{740 \text{ m}}{1166,67 \text{ m/s}}$$

$$t = 1.03 \text{ min}$$

En la figura 62 muestra la detección de obstáculos obtenidos del sensor, el color rojo muestra el rango al que la alarma envió datos de peligro



Figura 62. Pruebas en el tercer escenario
Fuente: Autoras

Cuarto Escenario

El primer vehículo circula a una velocidad aproximada de 40 Km/h

Datos

$$v = 80 \text{ Km/h}$$

$$d = 1340 \text{ m}$$

$$t = \frac{d}{v}$$

$$t = \frac{1340}{1666,67 \text{ m/min}}$$

$$t = 1.20 \text{ min}$$

En la figura 63 muestra la detección de obstáculos (con una velocidad súper elevada) provocando frenado al instante, obtenidos del sensor el color rojo muestra el rango al que la alarma envió datos de peligro.



Figura 63. Pruebas en el cuarto escenario

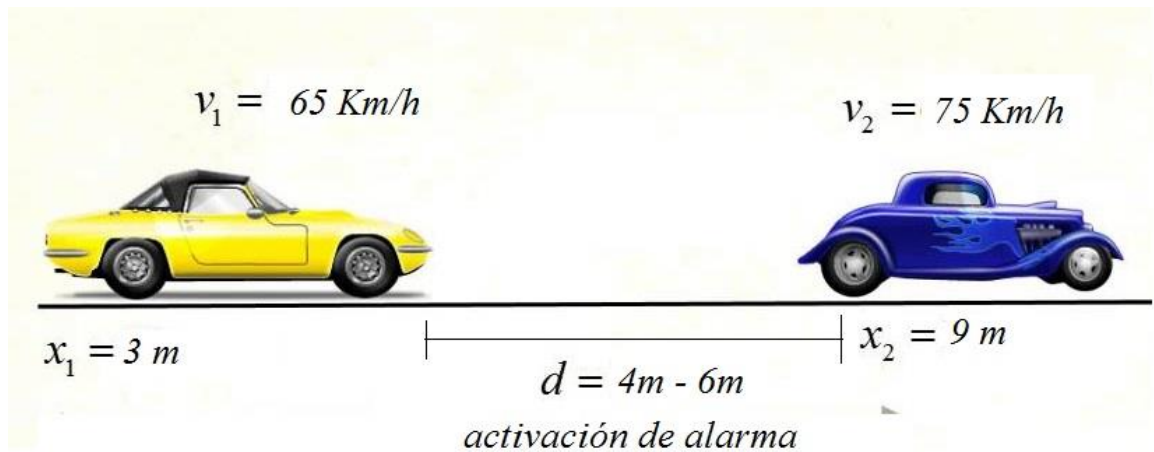
Fuente: Autoras

Escenario completo

Este escenario consta del conjunto de pruebas realizadas en campo, el primer vehículo circula a una velocidad aproximada de 75Km/h, en este se encuentra la tarjeta de adquisición de datos raspberry asignada como servidor que tiene implementada la cámara la cual permitirá la transmisión de imágenes.

El segundo vehículo se encuentra la tarjeta de adquisición de datos raspberry asignada como cliente, en este vehículo tenemos adaptado el prototipo de comunicación, con el sensor, el cual nos va a indicar la distancia que tenemos entre vehículos, la distancia entre el vehículo y el obstáculo, a su vez una alarma emitirá la alerta audible en caso de posibles obstáculos para evitar situaciones peligrosas.

Datos



$d=6\text{m}$ distancia entre vehículos

$v_2 = 65 \text{ Km/h}$ velocidad a la que se encuentra el primer vehículo

A continuación, se muestra el tiempo que duro la transmisión:

$$t = \frac{d}{v}$$

$$t = \frac{6\text{m}}{1500\text{m/min}}$$

$$t = 6 \text{ min}$$

En la siguiente grafica 64 muestra la detección de obstáculos obtenidos del sensor, el color rojo muestra el rango al que la alarma envió datos de peligro.

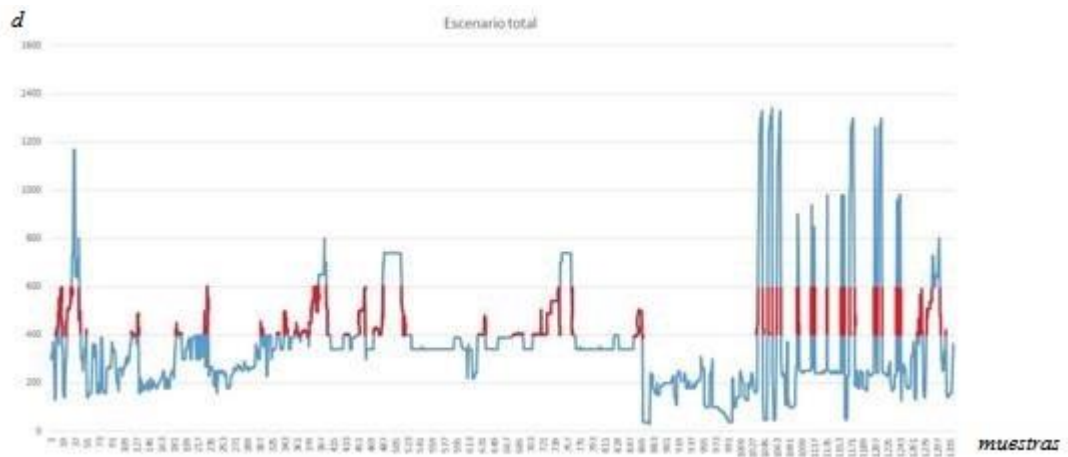


Figura 64. Escenario de datos transmitidos por el sensor
Fuente: Autoras

3.3. Pruebas de verificación de paquetes dentro de la Red Ad-Hoc

- Para la obtención de datos de paquetes enviados se utilizó el programa Wireshark como muestra en la figura

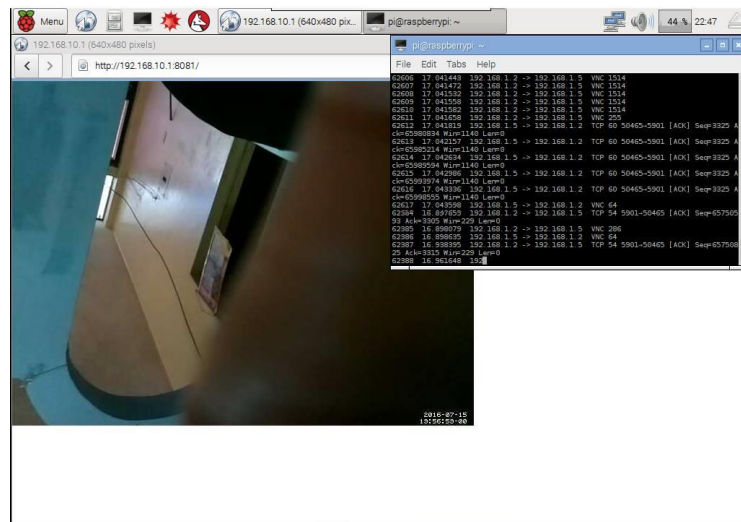


Figura 65. Transmisión en vivo y recopilación de datos del Wireshark

- Pantalla de visualización de los paquetes enviados y recibidos como muestra la figura

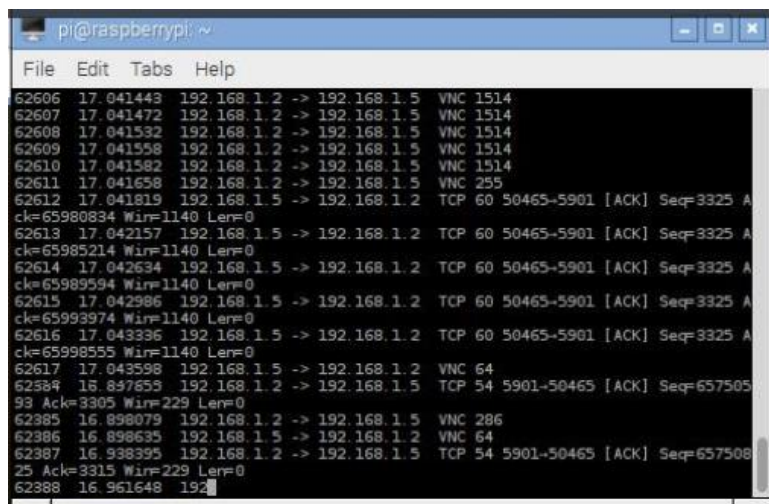


Figura 66. Visualización de paquetes a través del programa Wireshark
Fuente: Autoras

Tabla de datos obtenidos del Wireshark

- cliente envía SYN con un número de secuencia Seq=0 y Ack=0
- servidor lo recibe, envía SYN-ACK y responde con su propio número de secuencia Seq=0 y con un ACK = al número de secuencia anterior + 1, es decir: Ack=1
- cliente a su vez responde con ACK y número de secuencia inicial (Seq=0) +1 y ACK = número de secuencia anterior (Seq=0) +1, es decir: Ack=1

SEQ: número de secuencia para cada tipo de secuencia

ACK: Acuse de recibo de paquetes contiene información válida

LEN: número de secuencia inicial es relativo y por tanto en este caso 0.

TCP	SEQ	ACK	WIN	LEN
60 50465-5901	10633	181490238	1140	0
60 50465-5901	10633	181493158	1140	0
60 50465-5901	10633	181496078	1140	0
60 50465-5901	10633	181498998	1140	0
60 50465-5901	10633	181501918	1140	0
60 50465-5901	10633	181501918	1140	0
60 50465-5901	10633	181504838	1140	0
60 50465-5901	10633	181509218	1140	0
60 50465-5901	10633	181509928	1137	0

Tabla 10. Datos de paquetes en Wireshark

Al tener el acuse de recibido quiere decir que los paquetes transmitidos no se perdieron.

CAPITULO IV

4. DISCUSIÓN

Para el protocolo v2v, en modo prueba IEEE está trabajando en el estándar WAVE que es una mejora del 802.11 a, que está basada en las tecnologías de acceso inalámbrico de corto alcance en el entorno de redes vehiculares ad-hoc conocidos como VANETs, esta tecnología permite el intercambio de información, tal como audio/video, alarmas, y actualizaciones de configuración.

La red ad-hoc generada por el adaptador WiFi de la Raspberry, es capaz de transmitir a cortas distancias debido a que su potencia no es de gran alcance, el sistema de comunicación vehicular está dentro del rango de 10-15m, para que exista el intercambio de información deberá cumplir con lo siguiente: el segundo vehículo deberá circular a una velocidad que no sobrepase al primer vehículo, ya que este sistema tiene como limitante el tiempo de conexión y la distancia entre vehículos para la transmisión en tiempo real, el sistema de alarma se activa en el rango de 4-6 m dando la oportunidad de reaccionar a tiempo ante cualquier situación peligrosa.

Los sistemas electrónicos son de gran ayuda para todo tipo de requerimientos, una de ellas es el intercambio de información brindadas por las tarjetas de adquisición de datos (Raspberry), el programa Wireshark permite visualizar la cantidad de paquetes recibidos de la transmisión de información dentro de la red de comunicaciones Ad-Hoc, brindando así una transmisión de paquetes exitosa.

Aprovechando las ventajas de los dispositivos utilizados anteriormente este sistema ayudó de manera eficiente en la transmisión de información en la reducción de accidentes utilizando una comunicación en tiempo real.

CAPITULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

Al terminar la presente investigación se concluye lo siguiente:

- Para el protocolo v2v la frecuencia de 4,87 GHz (WAVE), está en proceso de estandarización y será la encargada en un futuro de soportar las comunicaciones para mejorar su comportamiento en el entorno vehicular.
- La comunicación entre Raspberry utilizando la red Ad-Hoc hace posible el intercambio eficiente y continuo de información entre vehículos en tiempo real, la transmisión de información se complica por el hecho de que tanto el transmisor como el receptor están en movimiento, estas variables pueden distorsionar la señal, así como el tiempo en que se tardara en conectarse al sistema.
- Se concluye que para el sistema de comunicación existen determinados factores que intervienen en la sincronización como, por ejemplo: conexión entre raspberry's, diferencia de velocidad a la que circula el vehículo y finalmente el rango de comunicación de 10-15 m dando como resultado un tiempo de conexión del sistema de 10s.
- Este sistema puede aplicarse en sistemas inteligentes de transporte de próxima generación en el cual exista un intercambio de información entre todos los vehículos interconectados en una misma red que permita obtener detalles acerca de las características de la carretera, estado de la vía y condiciones climáticas del entorno.

5.2. RECOMENDACIONES

Luego de haber realizado las conclusiones de la investigación se proponen las siguientes recomendaciones.

- Para la implementación de un sistema de comunicación entre tarjetas de adquisición de datos (raspberry) se debe conocer las características de configuración y sistemas operativos que pueden adaptarse para las aplicaciones que se desea realizar.
- Al implementar la red de comunicaciones Ad-hoc se debe realizar un análisis profundo de las características y las posibles alternativas de configuración como por ejemplo la red de comunicaciones Xbee cuyos objetivos estén enfocados al intercambio de información.
- Para mejorar la transmisión de video, se recomienda investigar sobre mejores plataformas o mecanismos de procesamiento para optimizar de mejor manera la transmisión, así como aplicaciones que puedan tener un mejor manejo y tratamiento de la información.
- Utilizar plataformas fáciles de configuración con la finalidad de que no exista mucha complejidad a la hora de la implementación, además del potencial de protocolos de transmisión adaptativa para garantizar la fiabilidad y escalabilidad de las comunicaciones entre vehículos.
- Para futuros proyectos se recomienda utilizar redes de largo alcance, que permita un mayor rango de conectividad, como por ejemplo wifi debido a que las redes Ad-Hoc poseen muchas limitaciones.

CAPITULO VI

6. PROPUESTA

6.1. TITULO DE LA PROPUESTA

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE COMUNICACIÓN PARA PREVENIR ACCIDENTES VEHICULARES EN LA VÍA RIOBAMBA – AMBATO UTILIZANDO EL PROTOCOLO V2V.

6.2. INTRODUCCION

El análisis profundo del sistema de comunicaciones permitió conocer las múltiples aplicaciones que se pueden realizar con el protocolo de comunicación v2v, lo cual sirvió como base para la investigación de estas temáticas que actualmente no son muy conocidas en el medio, un nuevo concepto de la seguridad y la información a través de un sistema transparente al usuario que se comunica con el resto de vehículos e infraestructuras equipados con esta tecnología, la combinación de todos estos conocimientos permitieron implementar un sistema de comunicación vehicular para la prevención de accidentes.

La implementación del sistema de comunicación entre raspberry hace posible el intercambio directo, eficiente y continuo de información entre vehículos en tiempo real, este sistema vehicular no existe en nuestro medio por lo tanto permitirá estar conectados a la red de comunicaciones durante todo el trayecto y pueda estar informado y a su vez tenga la seguridad al momento de conducir. Además, cabe recalcar que su equipamiento no es complejo y se puede conectar sin dificultad alguna.

6.3. OBJETIVOS

6.3.1. OBJETIVO GENERAL

- Diseño e implementación de un sistema de comunicación para prevenir accidentes vehiculares en la vía Riobamba - Ambato utilizando el protocolo V2V.

6.3.2. OBJETIVO ESPECIFICOS

- Analizar el estado del arte sobre el protocolo V2V, sistemas de comunicación y procesamiento de imágenes.
- Implementar el sistema de comunicación utilizando una red Ad-Hoc entre raspberry implementado en vehículos para el intercambio de información.
- Determinar la precisión del sistema de alarma para la prevención de accidentes en base a pruebas de campo.

6.4. FUNDAMENTACION CIENTIFICO-TECNICA

Los principales retos que enfrentamos actualmente como sociedad es la inseguridad y movilidad en las vías de mayor circulación, ya que existe un alto índice de accidentes automovilísticos que cobran vidas inocentes, para esto se llevará acabo el desarrollo de un sistema de comunicación vehicular, estos sistemas constituyen una prometedora tecnología para la reducción de accidentes y con ello una mejor movilidad vial, este sistema será posible gracias a la implementación de la tecnología V2V (vehicle-to-vehicle) con tarjetas embebidas el cual proporcionará el intercambio periódico de información entre uno y otro vehículo con el suficiente tiempo para advertir al conductor y eludir una situación peligrosa.

6.5. DESCRIPCION DE LA PROPUESTA

En la actualidad uno de los problemas más frecuentes son los accidentes debido al desconocimiento de las normas de tránsito, irresponsabilidad de los conductores por conducir en estado de embriaguez, falta de señalización en carreteras.

Por lo antes mencionado se da la necesidad de desarrollar un prototipo que brinde un soporte al conductor con el fin de reducir el índice de accidentes.

Este proyecto se enfoca en diseñar e implementar un sistema de comunicación para prevenir accidentes vehiculares, en la vía Riobamba-Ambato utilizando el protocolo V2V.

6.6. DISEÑO ORGANIZACIONAL

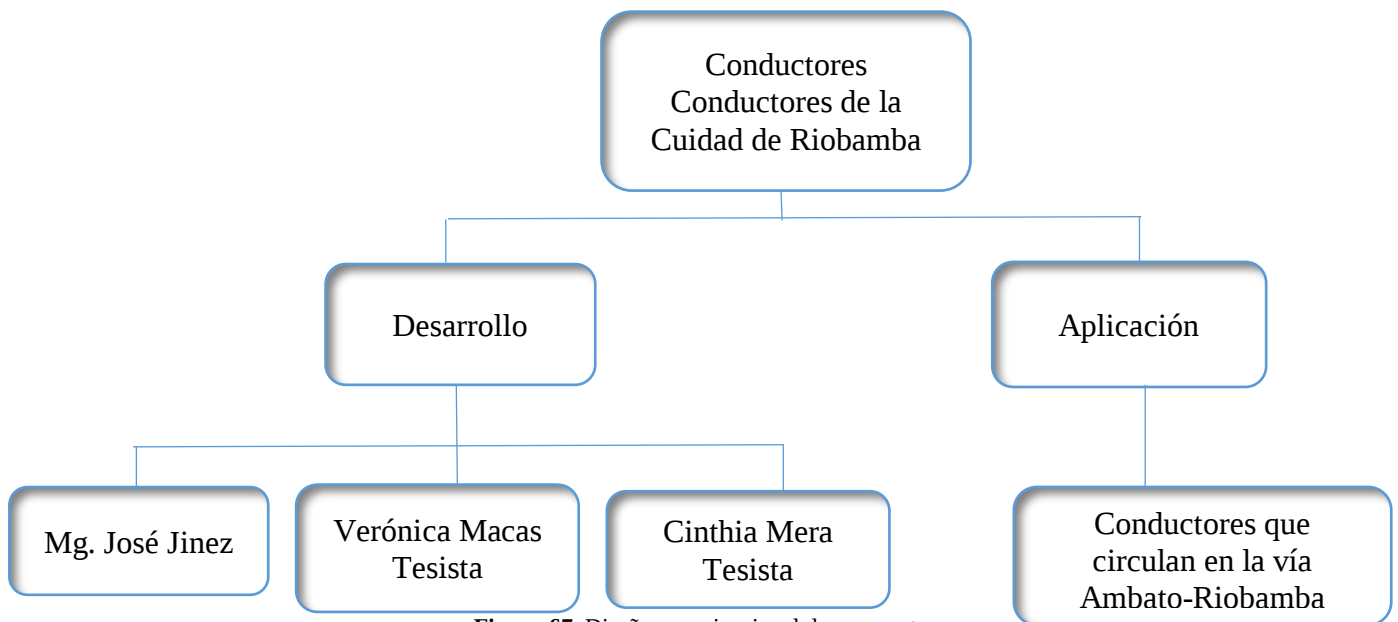


Figura 67. Diseño organizacional de propuesta

6.7. MONITOREO Y EVALUACION DE LA PROPUESTA

El monitoreo y evaluación de la presente propuesta se realizó a través de pruebas de streaming, recepción de datos del sensor enfocadas a determinar la variación del tiempo, distancia y velocidad.

Al implementar el sistema de comunicación, se obtuvo un impacto beneficioso para la sociedad debido a que este tipo de tecnología actualmente no existe en nuestro medio, permitiendo así disminuir los accidentes de tránsito en base a los resultados obtenidos mediante pruebas de campo. Este sistema se podría implementar en carreteras de mayor circulación vehicular permitiendo así el intercambio de información relevante acerca de las características de la carretera, estado de la vía y condiciones climáticas del entorno con la finalidad de informar a los conductores del tramo actual y así reducir accidentes o situaciones de peligro.

CAPITULO VII

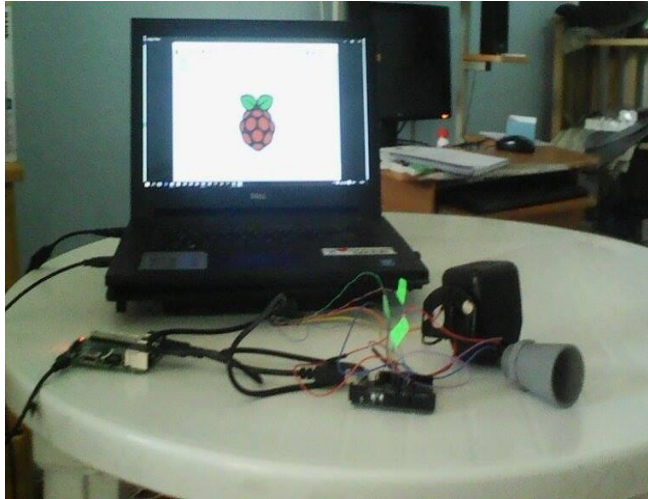
7. BIBLIOGRAFIA

- [1]. Urquiza Aguiar, L. F. (2012). *Design and implementation of routing*. Barcelona: Universidad Politécnica de Cataluña.
- Clavero, D. (27 de Octubre de 2015). *Diario Motor*. Obtenido de Diario Motor: <http://www.diariomotor.com/tecmovia/2014/12/01/toyota-lleva-al-mundo-real-la-comunicacion-entre-coches-e-infraestructuras/>
- Gálvez Serna, J. A. (30 de Enero de 2009). *Universidad Pontificia Bolivariana*. Obtenido de Universidad Pontificia Bolivariana: http://kosmos.upb.edu.co/web/uploads/articulos/%28A%29_Las_Redes_Inalambricas_AdHoc_en_la_Comunicacion_Vehicular_M4wG4_.pdf
- Hermida, C. A. (27 de Octubre de 2015). *Youngmarketing*. Obtenido de Youngmarketing: <http://www.youngmarketing.co/tecnologia-v2v-comunicacion-entre-vehiculos/>
- <https://www.arduino.cc/>. (2016). *corporación arduino*. Obtenido de <https://www.arduino.cc/>: <https://www.arduino.cc/>
- Ibañez, P. (2012). *Comunicaciones Entre Vehiculos Car to Car*. Obtenido de Comunicaciones Entre Vehiculos Car to Car: <http://www.motorpasionfuturo.com/ayudas-a-la-conduccion/comienza-la-prueba-real-de-los-sistemas-car-to-car-y-car-to-infraestructure-en-alemania>
- Maxbotix. (s.f.). http://www.maxbotix.com/documents/XL-MaxSonar-WR_Datasheet.pdf. Obtenido de http://www.maxbotix.com/documents/XL-MaxSonar-WR_Datasheet.pdf: http://www.maxbotix.com/documents/XL-MaxSonar-WR_Datasheet.pdf
- Moreno, C. S. (s.f.). <https://crisrina92sm.wordpress.com/2011/05/15/ejercicio-del-seminario-nueve-chi-cuadrado/>. Obtenido de <https://crisrina92sm.wordpress.com/2011/05/15/ejercicio-del-seminario-nueve-chi-cuadrado/>
- Núñez, J. (05 de Enero de 2016). *COSTARICAMAKERS.com*. Recuperado el 14 de Mayo de 2016, de COSTARICAMAKERS.com: <https://costaricamakers.com/?p=257>
- raspberrypi, o. (viernes de febrero de 2016). <https://www.raspberrypi.org/>. Obtenido de <https://www.raspberrypi.org/>: <https://www.raspberrypi.org/>
- Sánchez Bueno, M. I. (2010). *Optimización de rutas para redes móviles*. Madrid: Universidad Carlos III de Madrid.
- Senplades. (05 de Noviembre de 2009). *Plan Nacional De Desarrollo*. Obtenido de Plan Nacional De Desarrollo.

universo, E. (23 de Noviembre de 2014). *Noticias accidentes de transito* .
Obtenido de Noticias accidentes de transito :
<http://www.eluniverso.com/noticias/2014/11/23/nota/4256306/fallas-humanas-incrementan-accidentes-transito-cada-ano>

CAPITULO VIII

8. APENDICES O ANEXOS



Script para acceder al sensor

```
#!/usr/bin/env python2.7
import time
import serial
ser=serial.Serial(
    port='/dev/ttyACM0',
    baudrate = 9600,
    parity=serial.PARITY_NONE,
    stopbits=serial.STOPBITS_ONE,
    bytesize=serial.EIGHTBITS,
    timeout=5
)
counter=0
while 1:
    x=ser.readline()
    print x
ser.close ()
```

Programación del sensor en Arduino

```
int Vin= A0;

void setup()
{
  Serial.begin (9600);
  pinMode(Vin, INPUT);
  pinMode(13, OUTPUT);
}

void loop()
{ int f_dur, f_d, f_inches, r_dur, r_d, r_inches,x;
  delayMicroseconds(1000);
  f_dur=analogRead(Vin);
  //f_dur = pulseIn(Vin, HIGH);
  r_d = f_dur/4,9;
  x=r_d*10; Serial.print(x);
  //r_d Serial.println("cm");
  delay(50);
  if(( x>= 400)&&(x<=600))
  { digitalWrite(13,HIGH);
  }
  else
  {
  digitalWrite(13,LOW);
  }
}
```

XL-MaxSonar® - WR/WRC™ Series



High Performance, IP67 Weather Resistant, Ultrasonic Range Finder

**MB7052, MB7060, MB7062, MB7066, MB7067, MB7068,
MB7070, MB7072, MB7076, MB7077, MB7078, MB7092**

The XL-MaxSonar-WR and XL-MaxSonar-WRC sensor series provide users with robust range information in air. These sensors also feature high-power acoustic output along with real-time auto calibration for changing conditions (supply voltage sag, acoustic noise, or electrical noise), operation with supply voltage from 3V to 5.5V, object detection from 0-cm to 765-cm (select models) or 1068-cm (select models), and sonar range information from 20-cm out to 765-cm (select models) or 1068-cm (select models) with 1-cm resolution. Objects from 0-cm to 20-cm range as 20-cm or closer. The sensor is housed in a robust PVC housing, designed to meet the IP67 water intrusion standard, and matches standard electrical/water ¾" PCV pipe fittings. The user interface formats included are pulse-width (select models), real-time analog-voltage envelope (select models), analog voltage output, and serial output.



Features

- Real-time auto calibration and noise rejection
- High acoustic power output
- Precise narrow beam
- Object detection includes zero range objects
- 3V to 5.5V supply with very low average current draw
- Free run operation can continually measure and output range information
- 10Hz refresh rate (MB7060, MB7062, MB7066, MB7070, MB7072, MB7076, MB7092)
- 6.6Hz refresh rate (MB7052)
- Triggered operation provides the range reading as desired
- All interfaces are active simultaneously
- RS232 Serial, 0 to Vcc, 9600 Baud, 81N
- Analog, (Vcc/1024) / cm for standard models

- Analog, (Vcc/1024) / 2cm for 10-meter models (MB7066, MB7076)
- Sensor operates at 42KHz

Benefits

- Acoustic and electrical noise resistance
- Reliable and stable range data
- Robust, low cost IP67 standard sensor
- Narrow beam characteristics
- Very low power excellent for battery based systems
- Ranging can be triggered externally or internally
- Sensor reports the range reading directly, frees up user processor
- Easy hole mounting or mating with standard electrical fittings
- Filtering allows very reliable operation in most environments

Applications and Uses

- Tank level measurement
- Bin level measurement
- Proximity zone detection
- Environments with acoustic and electrical noise
- Distance measuring
- Long range object detection
- Industrial sensor
- -40°C to +65°C (limited operation to +85°C)

Close Range Operation

Applications requiring 100% reading-to-reading reliability should not use MaxSonar sensors at a distance closer than 20cm. Although most users find MaxSonar sensors to work reliably from 0 to 20cm for detecting objects in many applications, MaxBotix® Inc. does not guarantee operational reliability for objects closer than the minimum reported distance. Because of ultrasonic physics, these sensors are unable to achieve 100% reliability at close distances.

Warning: Personal Safety Applications

We do not recommend or endorse this product be used as a component in any personal safety applications. This product is not designed, intended or authorized for such use. These sensors and controls do not include the self-checking redundant circuitry needed for such use. Such unauthorized use may create a failure of the MaxBotix® Inc. product which may result in personal injury or death. MaxBotix® Inc. will not be held liable for unauthorized use of this component.

XL-MaxSonar-WR/WRC Pin Out

Pin 1- Leave open (or high) for serial output on the Pin 5 output. When Pin 1 is held low the Pin 5 output sends a pulse (instead of serial data), suitable for low noise chaining.

Pin 2- This pin outputs a pulse-width representation of range. To calculate the distance, use a scale factor of 58uS per cm. (MB7052, MB7060, MB7062, MB7066, MB7067, MB7068)

This pin outputs the analog voltage envelope of the acoustic waveform. For the MB7070 series and MB7092 sensors, this is a real-time always-active output (MB7070, MB7072, MB7076, MB7077, MB7078, MB7092)

Pin 3- AN- This pin outputs analog voltage with a scaling factor of ($V_{cc}/1024$) per cm. A supply of 5V yields $\sim 4.9\text{mV/cm}$, and 3.3V yields $\sim 3.2\text{mV/cm}$. Hardware limits the maximum reported range on this output to $\sim 700\text{ cm}$ at 5V and $\sim 600\text{ cm}$ at 3.3V. The output is buffered and corresponds to the most recent range data.

For the 10-meter sensors (MB7066, MB7076) Pin 3 outputs an analog voltage with a scaling of ($V_{cc}/1024$) per 2cm. A supply of 5V yields $\sim 4.9\text{mV}/2\text{cm}$, and 3.3V yields $\sim 3.2\text{mV}/2\text{cm}$. This Analog Voltage output steps in 2cm increments.

Pin 4- RX- This pin is internally pulled high. If Pin-4 is left unconnected or held high, the sensor will continually measure the range. If Pin-4 is held low the sensor will stop ranging. Bring high 20uS or more to command a range reading.

Pin 5- TX- When Pin 1 is open or held high, the Pin 5 output delivers asynchronous serial data in an RS232 format, except the voltages are 0-Vcc. The output is an ASCII capital "R", followed by ASCII character digits representing the range in centimeters up to a maximum of 765 (select models) or 1068 (select models), followed by a carriage return (ASCII 13). The baud rate is 9600, 8 bits, no parity, with one stop bit. Although the voltages of 0V to Vcc are outside the RS232 standard, most RS232 devices have sufficient margin to read the 0V to Vcc serial data. If standard voltage level RS232 is desired, invert, and connect an RS232 converter such as a MAX232. When Pin 1 is held low, the Pin 5 output sends a single pulse, suitable for low noise chaining (no serial data).

V+ Operates on 3V - 5.5V. The average (and peak) current draw for 3.3V operation is 2.1mA (50mA peak) and 5V operation is 3.4mA (100mA peak) respectively. Peak current is used during sonar pulse transmit.

GND- Return for the DC power supply. GND (& V+) must be ripple and noise free for best operation.

Auto Calibration

Each time before the XL-MaxSonar-WR takes a range reading it auto calibrates. The sensor then uses this data to range objects. If the temperature, humidity, or applied voltage changes during sensor operation, the sensor will continue to function normally. (The sensors do not apply compensation for the speed of sound change verses temperature to any range readings.) If the application requires temperature compensation please look at the HRXL-MaxSonar-WR sensor line.

Supply Voltage Compensation

During power up, the XL-MaxSonar-WR sensor line will calibrate itself for the supply voltage. Additionally, the sensor will compensate if the supplied voltage gradually changes.

If the average voltage applied to the sensor changes faster than 0.5V per second, it is best to remove and reapply power to the sensor.

For best operation, the sensor requires noise free power. If the sensor is used with noise on the supplied power or ground, the accuracy of the readings may be affected. Typically, adding a 100uF capacitor at the sensor between the V+ and GND pins will correct most power related electrical noise issues.

About Ultrasonic Sensors

Our ultrasonic sensors are desired for use in air, non-contact object detection and ranging sensors that detect objects within a defined area. These sensors are not affected by the color or other visual characteristics of the detected object. Ultrasonic sensors use high frequency sound to detect and localize objects in a variety of environments. Ultrasonic sensors measure the time of flight for sound that has been transmitted to and reflected back from nearby objects. Based upon the time of flight, the sensor then outputs a range reading.

Base Sensor (MB7060 and MB7070)

The MB7060 and MB7070 are the base models of the XL-MaxSonar-WR sensor line. These sensors are recommended for general purpose usage. All other sensors in this series are based off these sensor models. The additional features are mentioned in their respective sections below.

XL-MaxSonar-WR1 (MB7062 and MB7072)

The XL-MaxSonar-WR1 sensors feature a 3 reading stability filter that ranges to the first detectable target. Filtering is available on Pin3 (AN) and Pin 5 (TX). Filtering is not applied to the output on Pin 2 (PW). This filter requires that 3 consecutive range readings are within 1cm of each other to be considered a valid range reading. If the range readings are outside 1cm, the sensor discards the range reading set and reports the last valid range reading. This sensor does not view maximum range as a valid range, and will not report 765 when no target is detected. If this sensor does not detect a target for 1 hour, the sensor will go into fail-safe and report 000.

XL-MaxSonar-WRL (MB7066 and MB7076)

The XL-MaxSonar-WRL will report a maximum distance of 10 meters for large targets.

XL-MaxSonar-WRM (MB7052 and MB7092)

The MB7052 and MB7092 sensors prioritize large targets over both small targets and noise. These sensors report the target that gives the largest acoustic reflection. This stands in contrast to other units such as the MB7060 which are designed to report the distance to the first detectable target. If the largest target is removed from the field of view, the MB7052 and MB7092 will switch to the target that gives the next largest detectable return.

When targets are of similar amplitude reflections, preference is given to the closer target. The sensor expects to see a target by 7.56 meters. If no target is found, the sensor will increase in sensitivity until a target is found, or until no targets can be found.

In addition to the most-likely filtering, the MB7052 and MB7092 come equipped with a three-reading filter and reading hold which requires three consecutive range readings within 1cm of the most recent reading to be considered a valid range reading. If readings are found to be outside 1cm, or no target can be found by the sensor, then the sensor will report the last valid range reading. Upon power-up the sensor will default to reporting 7.65 meters until a valid range reading is found.

The last reading hold is designed for users operating in environments with intermittent high noise who desire to poll the MB7052 or MB7092 at intermittent times. This allows the sensor to report the previously valid reading until the sensor's environment improves. If no valid range reading is found for ~1.5 hours, the sensor will send a fail-safe output "000" on all interfaces.

Package Types Currently Available

Full Horn — 3/4" NPT straight; back mounted thread (best performance)
Compact — 3/4" NPT straight; back mounted thread
Ultra-Compact — PCB with 4 mounting holes
1"NPS — External thread over full sensor body (1"NPS)
1" BSPP — External thread over full sensor body (1"BSPP)
30mm1.5 — External thread over full sensor body (30mm1.5)

All package types have exposed PCB on user end for easy connection. Users desiring a fully enclosed assembly may purchase the "Shielded Cable Option" along with their sensor.



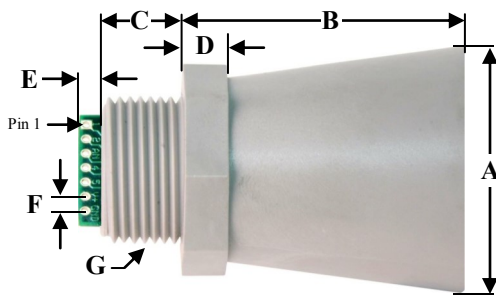
Performance Changes when Selecting a Non-Full Horn Package

When selecting a XL-MaxSonar-WR without the full horn the sensor will experience the following performance changes:

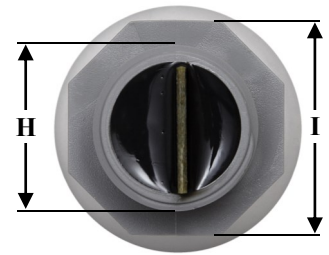
- The sensor will have a wider beam shape for the first meter.
- The sensor may have a dead zone from 0-6cm.
- The sensor may be less accurate by an additional +/- 0.5%.
- The sensor may have worse performance to small or soft targets.
- The sensor may experience decreased noise immunity when ranging to small, soft, angled, or distant targets.
- The maximum effective detection range is to 645cm, the sensor will still report 765 as a “no detection” output if a target is not found

Mechanical Dimensions

Full Horn

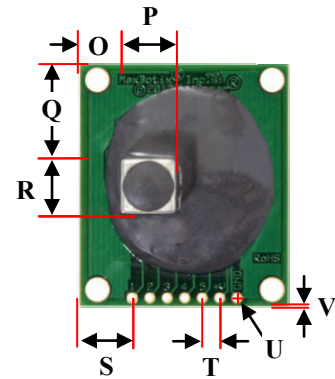
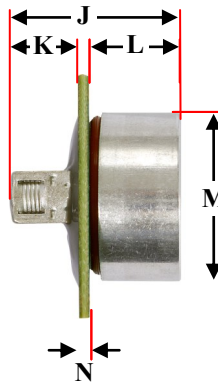
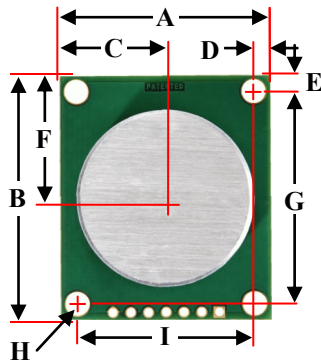


A	1.72" dia.	43.8 mm dia.
B	2.00"	50.7 mm
C	0.58"	14.4 mm
D	0.31"	7.9 mm
E	0.23"	5.8 mm
F	0.10"	2.54 mm
G	3/4"-14 NPS	
H	1.032" dia.	26.2 mm dia.
I	1.37"	34.8 mm
Weight		50 grams



Values Are Nominal

Ultra-Compact



All values are nominal		
A	30.48 mm	1.20"
B	35.56 mm	1.40"
C	12.24 mm	0.60"
D	2.54 mm	0.10"
E	2.54 mm	0.10"

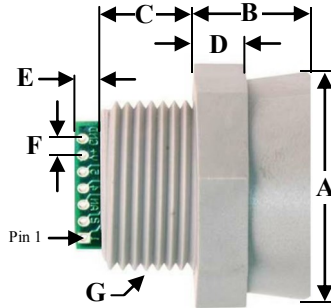
F	17.78 mm	0.70"
G	30.48 mm	1.20"
H	3.18 mm	0.13"
I	25.4 mm	1.00"
J	25.27 mm	1.00"
K	10.4 mm	0.41"

L	13.4 mm	0.53"
M	25.0 mm	0.98"
N	1.57 mm	0.62"
O	6.2 mm	0.24"
P	8.0 mm	0.31"
Q	13.9 mm	0.55"

R	7.80 mm	0.31"
S	7.62 mm	0.30"
T	2.54 mm	0.10"
U	1.07 mm	0.04"
V	1.27 mm	0.05"
Weight 15.1 gram.		

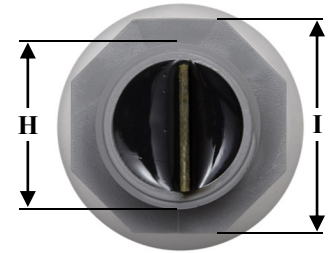
Mechanical Dimensions Continued

Compact Housing

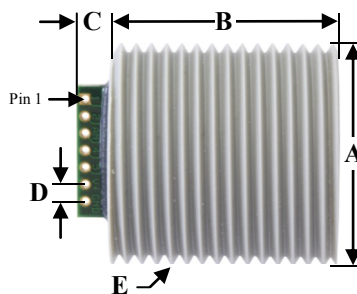


A	1.37" dia.	34.7 mm dia.
B	0.70"	17.9 mm
C	0.57"	14.4 mm
D	0.31"	7.9 mm
E	0.23"	5.8 mm
F	0.10"	2.54 mm
G	3/4"-14 NPS	
H	1.032" dia.	26.2 mm dia.
I	1.37"	34.8 mm
Weight		32 grams

Values Are Nominal



1" NPS Pipe Threading

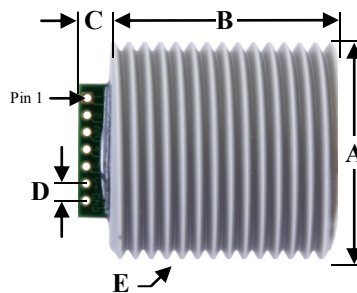


A	1.29" dia.	38.2 mm dia.
B	1.30"	33.1 mm
C	0.20"	5.2 mm
D	0.10"	2.54 mm
E	1" — NPS	
F	0.78"	19.8 mm
Weight		35 grams

Values Are Nominal



1" BSPP Pipe Threading

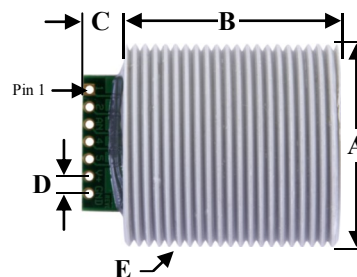


A	1.29" dia.	38.2 mm dia.
B	1.30"	33.1 mm
C	0.20"	5.2 mm
D	0.10"	2.54 mm
E	1" — BSPP	
F	0.78"	19.8 mm
Weight		34 grams

Values Are Nominal

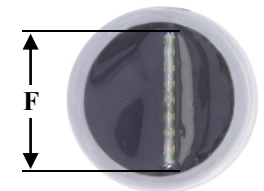


30mm1.5 Pipe Threading



A	1.17" dia.	29.7 mm dia.
B	1.30"	33.1 mm
C	0.20"	5.2 mm
D	0.10"	2.54 mm
E	30mm 1.5	
F	0.78"	19.8 mm
Weight		31 grams

Values Are Nominal



About Package Types

Part Number	AN Voltage	Serial Data (0 to Vcc level)	Pulse Width	Analog Envelope	Stability Filter	Most Likely Filter	Refresh Rate	Other Packages Available ¹	7 meter range	10 meter range
MB7052	Yes	RS232	Yes		Yes	Yes	6.6Hz	Yes	Yes	
MB7060	Yes	RS232	Yes				10Hz	Yes	Yes	
MB7062	Yes	RS232	Yes		Yes		10Hz	Yes	Yes	
MB7066	Yes	RS232	Yes				10Hz			Yes
MB7070	Yes	RS232		Yes			10Hz	Yes	Yes	
MB7072	Yes	RS232		Yes	Yes		10Hz	Yes	Yes	
MB7076	Yes	RS232		Yes			10Hz			Yes
MB7092	Yes	RS232		Yes	Yes	Yes	10Hz	Yes	Yes	

The XL-MaxSonar-WR sensor line is available in a variety of packages for applications with specific mounting requirements. The full horn package provides peak accuracy and sensitivity in this sensor line. It is recommended that testing is completed to ensure that the selected sensor will operate as desired in your application.

Range “0” Location

The XL-MaxSonar-WR sensors reports the range to distant targets starting from the front of the sensor as shown in the diagrams below.

The XL-MaxSonar-WR will report the range to the closest detectable object. Target detection has been characterized in the sensor beam patterns.



The range is measured from the front of the transducer to the target.



The range is measured from the front of the transducer to the target.



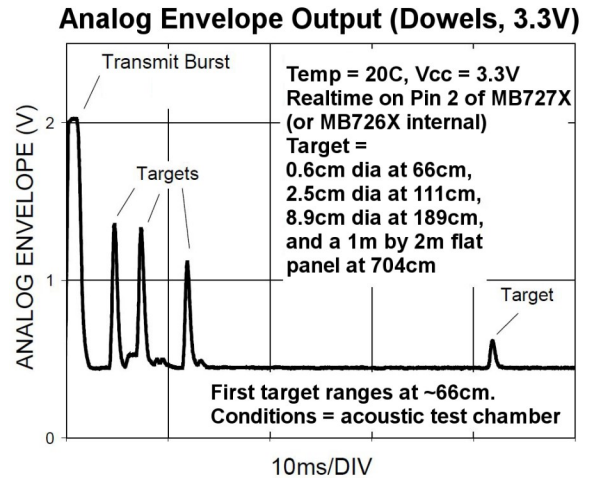
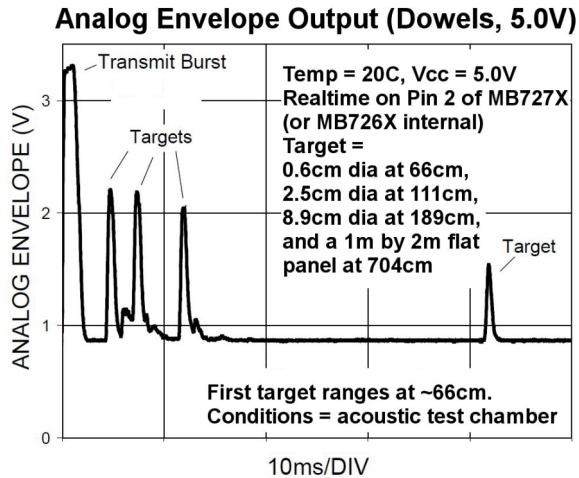
The range is measured from the front of the transducer to the target.



The range is measured from the front of the transducer to the target.

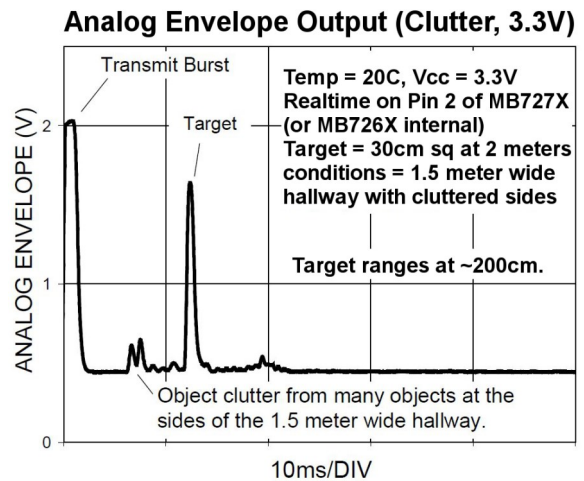
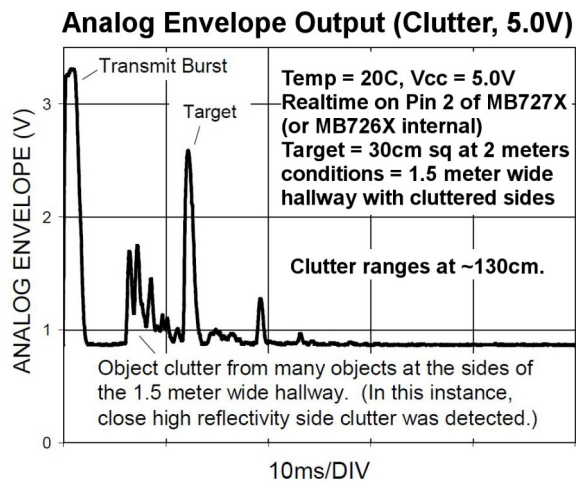
Typical Performance to Target

All sensor models

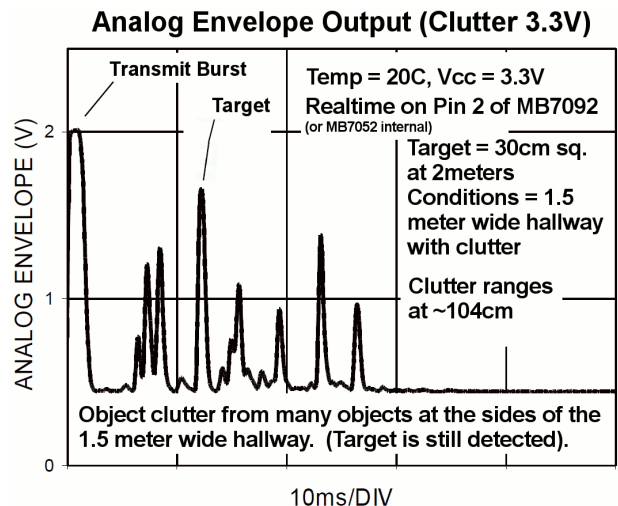
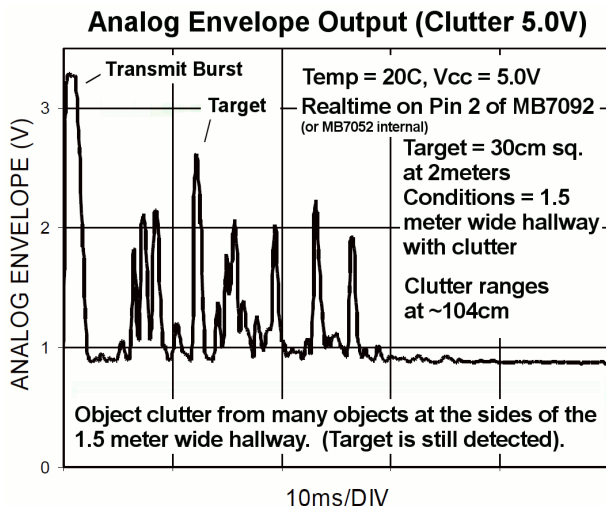


Typical Performance in Clutter

MB7060, MB7062, MB7076, MB7070, MB7072, MB7076



Typical Performance in Clutter

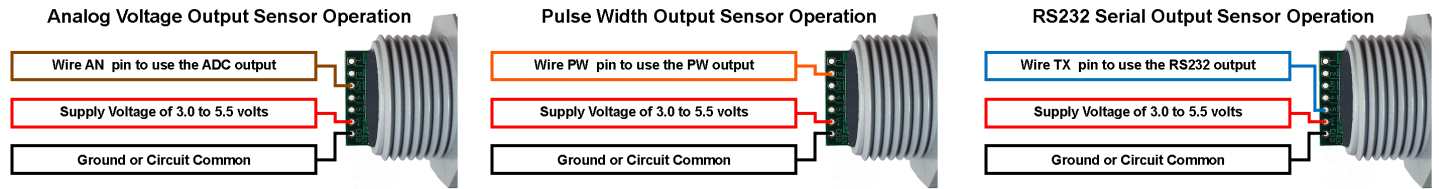


MB7052, MB7092

Device Comparison Chart

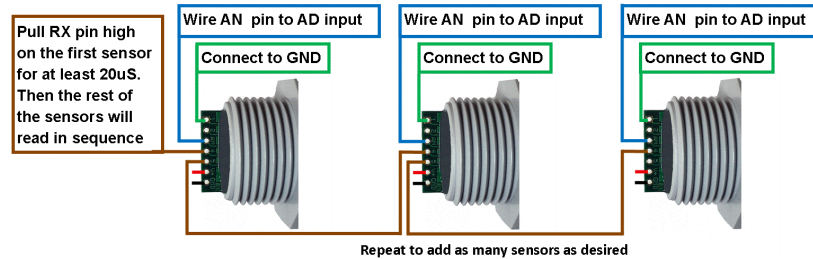
Notes:

¹ Alternative package types have a maximum effective detection range of 645cm, the sensor will still report 765 as a “no detection” output if a target is not found



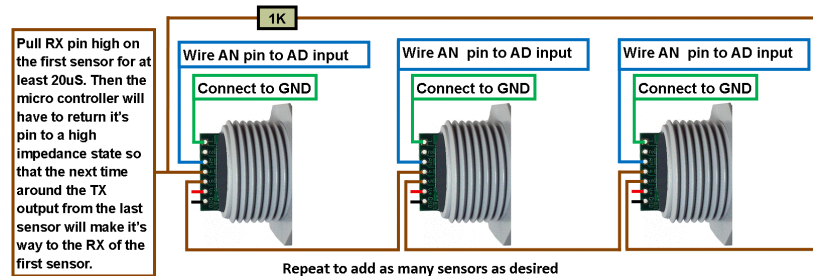
Real-time Auto Calibration

The XL-MaxSonar-WR automatically calibrates prior to each range reading. The sensor then uses this data to range objects. If the temperature, humidity, or applied voltage changes during sensor operation, the sensor will continue to function normally. (The sensors do not apply compensation for the speed of sound change verses temperature to any range readings.) Detection has been characterized in the published sensor beam patterns.

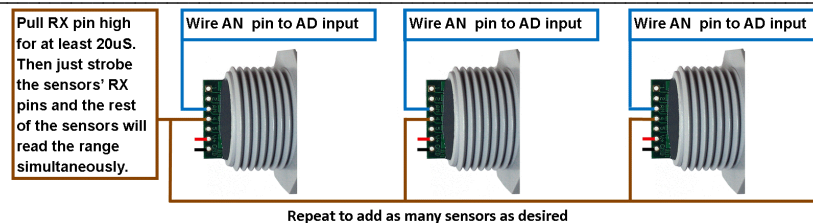


Real-time Noise Rejection

While the XL-MaxSonar-WR is designed to operate in the presence of noise, best operation is obtained when noise



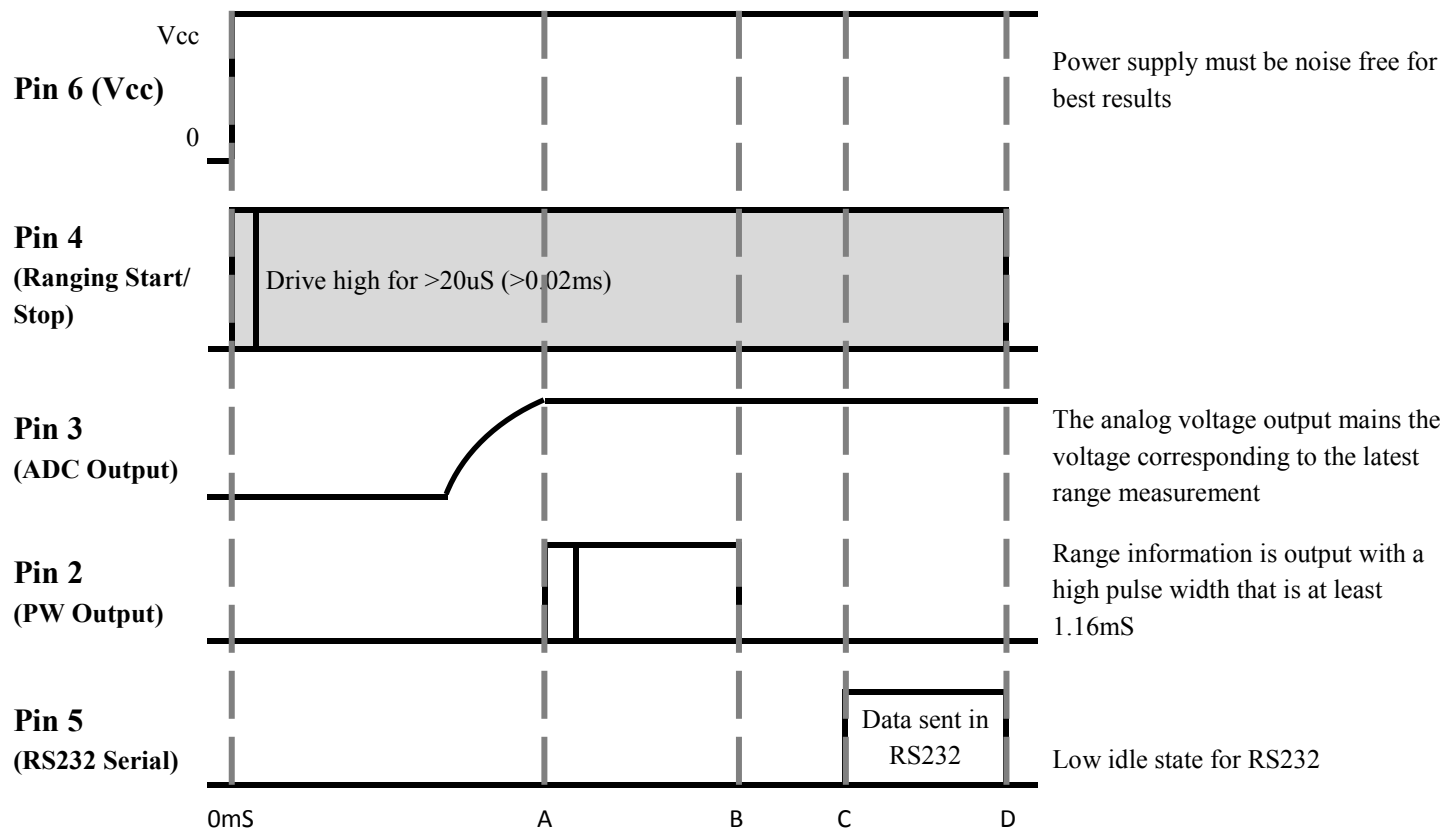
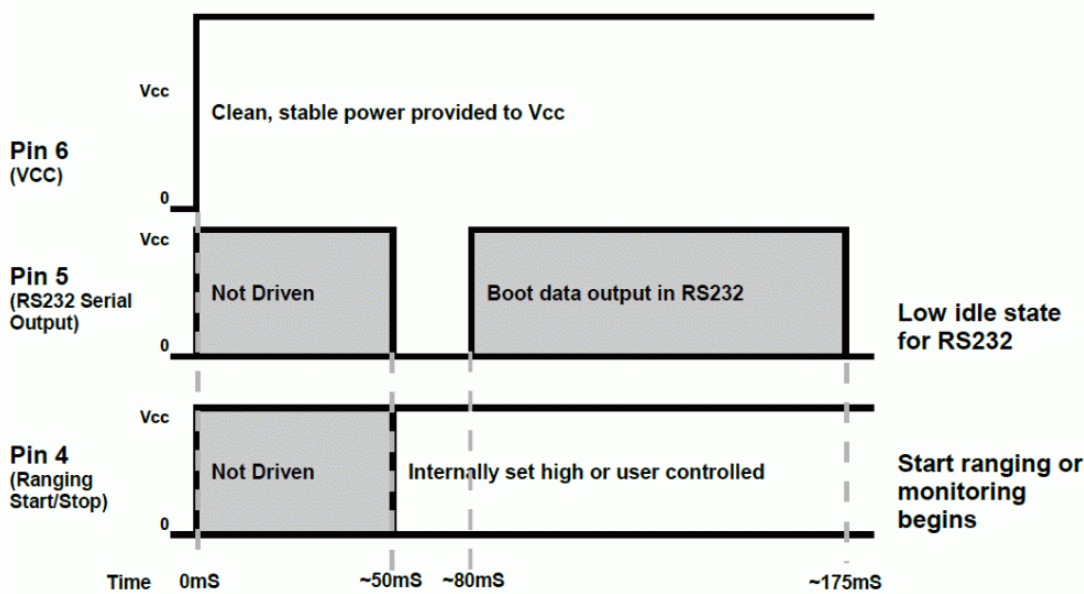
strength is low and desired signal strength is high. Hence, the user is encouraged to mount the sensor in such a way that minimizes outside acoustic noise pickup. In addition, keep the DC power to the sensor free of noise. This will let the sensor deal with noise issues outside of the users direct control (Even so, in general, the sensor will still function well even if these things are ignored). Users are encouraged to test the sensor in their application to verify usability.



Sensor Minimum Distance

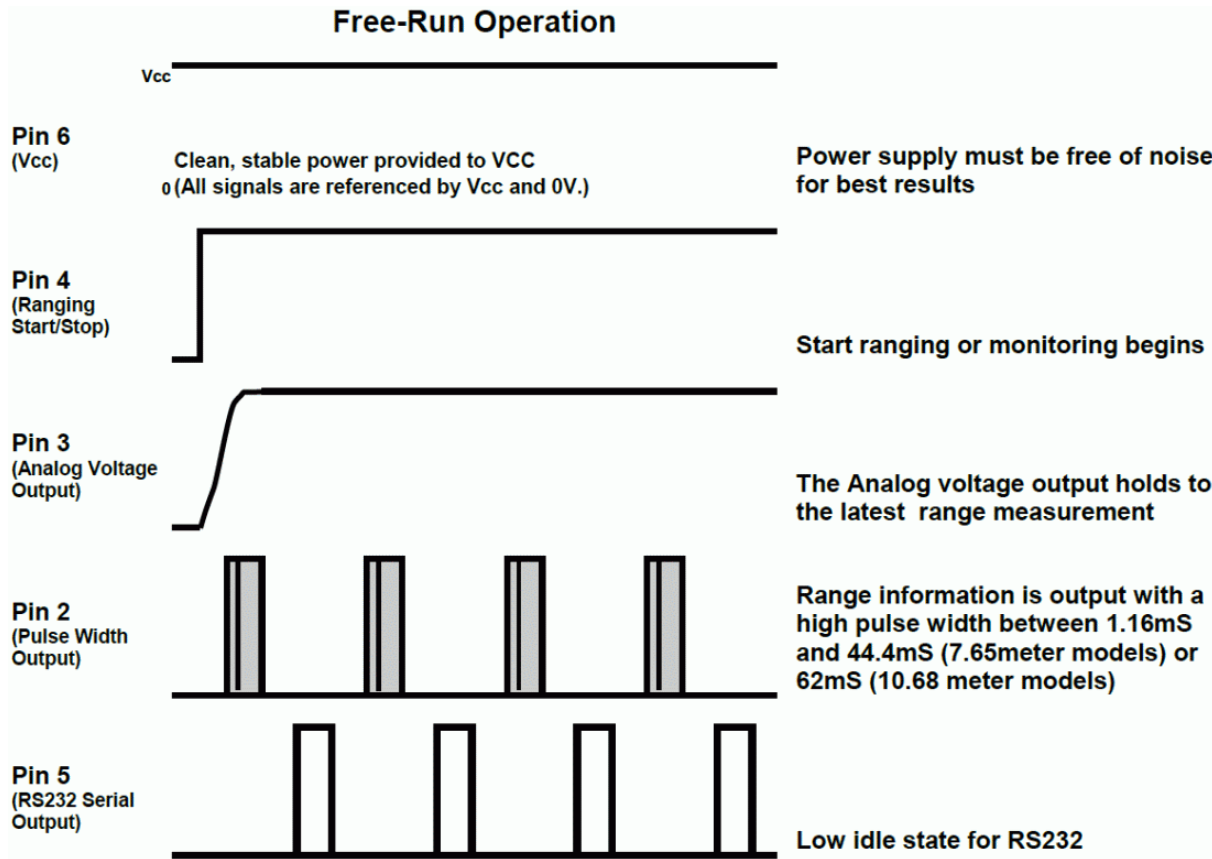
The XL-MaxSonar-WR sensors have a minimum reported distance of 20-cm (7.87 inches). However, the

Power Up Timing



Product	Maximum Refresh Rate	Pulse Width Reported	Max Pulse Width End	Serial Data Reported	End of Range Cycle
MB7052	6.6 Hz	~82.3mS	~126.7mS	~144.3mS	~149mS
MB7060, MB7062,	10 Hz	~32.3mS	~76.7mS	~94.3mS	~99mS
MB7066	10 Hz	~32.3mS	~94.2mS	~94.3mS	~99mS
MB7070, MB7072, MB7076, MB7092	10Hz	NA	NA	~94.3mS	~99mS

XL-MaxSonar-WR will range and report targets to the front sensor face. Large targets closer than 20-cm will typically range as 20-cm. For the alternative housings, objects between 4-cm and 20-cm will typically range as 20-cm.



XL-MaxSonar-WR Sensor Operating Modes

Independent Sensor Operation

The XL-MaxSonar-WR sensors are designed to operate in a single sensor environment. Free-run is the default mode of operation for all of the MaxBotix Inc., sensors. The XL-MaxSonar-WR sensors have three separate outputs that update the range data simultaneously: Analog Voltage, Pulse Width¹, and RS232 Serial. Below are diagrams on how to connect the sensor for each of the three outputs.

Note 1 - select models output an Analog Envelope for end user processing (MB707X sensors and MB7092)

Using Multiple Sensors in a Single System

When using multiple ultrasonic sensors in a single system, there can be interference (cross-talk) from the other sensors. MaxBotix Inc., has engineered a solution to this problem for the XL-MaxSonar-WR sensors. The solution is referred to as chaining. We have 3 methods of chaining that work well to avoid the issue of cross-talk.

The first method is AN Output Commanded Loop. The first sensor will range, then trigger the next sensor to range and so on for all the sensors in the array. Once the last sensor has ranged, the array stops until the first sensor is triggered to range again. Below is a diagram on how to set this up.

The next method is AN Output Constantly Looping. The first sensor will range, then trigger the next sensor to range and so on for all the sensor in the array. Once the last sensor has ranged, it will trigger the first sensor in the array to range again and will continue this loop indefinitely. Below is a diagram on how to set this up.

The final method is AN Output Simultaneous Operation. This method does not work in all applications and is sensitive to how the other sensors in the array are physically positioned in comparison to each other. Testing is recommend to verify this method will work for your application. All the sensors RX pins are connected together and triggered at the same time causing all the sensor to take a range reading at the same time. Once the range reading is complete, the sensors stop ranging until triggered next time. Below is a diagram on how to set this up.

People Sensing:

For users that desire to detect people, the detection area to the 1-inch diameter dowel, in general, represents the area that the sensor will reliably detect people.

MB7052-MB7092 XL-MaxSonar® -WRM1/WRMA1™ Beam Pattern and Uses

The XL-MaxSonar-WRM1/WRMA1 ignores smaller targets and only reports the range to the largest acoustic return. The filtering in the MB7052 and MB7092 also rejects moving target clutter such as rain or snow, electrical noise, and outside acoustic noise.

MB7052-MB7092

XL-MaxSonar® -WRM/WRM1™ Beam Pattern

Sample results for measured beam pattern are shown on a 30-cm grid. The detection pattern is shown for dowels of varying diameters that are placed in front of the sensor

A 6.1-mm (0.25-inch) diameter dowel

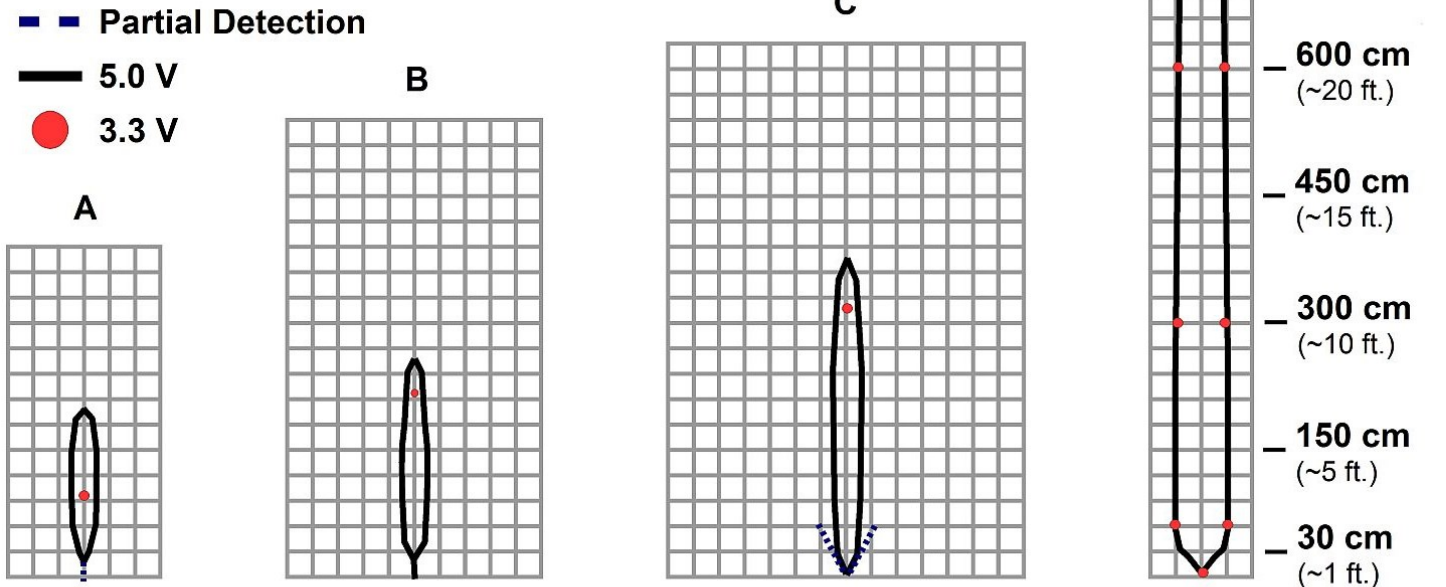
B 2.54-cm (1-inch) diameter dowel

C 8.89-cm (3.5-inch) diameter dowel

D 11-inch wide board moved left to right with the board parallel to the front sensor face.

This shows the sensor's range capability.

Note: For people detection the pattern typically falls between charts A and B.



Beam Characteristics are Approximate

Beam Pattern drawn to a 1:95 scale for easy comparison to our other products.

MB7052-MB7092

Features and Benefits

- Clutter rejection provides range to the largest amplitude reflection within the field of view
- Real-time calibration, noise rejection and additional filtering provides stable range information
- Excellent for ranging to large objects in the presence of cluttered or noisy environments
- Excellent for applications that require consistently accurate outputs

- Impressive acoustic and electrical noise resistance
- 10Hz refresh rate for the MB7092
- 6.6Hz refresh rate on the MB7052

MB7052-MB7092

Applications and Uses

- Autonomous Navigation
- Environments with acoustic and electrical noise
- Bin Level Measurement
- Tank Level Measurement

MB7060-MB7070 XL-MaxSonar®-WR/WRA1™ Beam Pattern and Uses

The XL-MaxSonar-WR/WRA1 reports the range to the first detectable target. The MB7060 and MB7070 sensors are the most recommended XL-MaxSonar-WR sensor. This is a good starting place when unsure of which XL-MaxSonar-WR to use.

MB7060-MB7070

XL-MaxSonar®-WR/WRA1™ Beam Pattern

Sample results for measured beam pattern are shown on a 30-cm grid. The detection pattern is shown for dowels of varying diameters that are placed in front of the sensor

A 6.1-mm (0.25-inch) diameter dowel

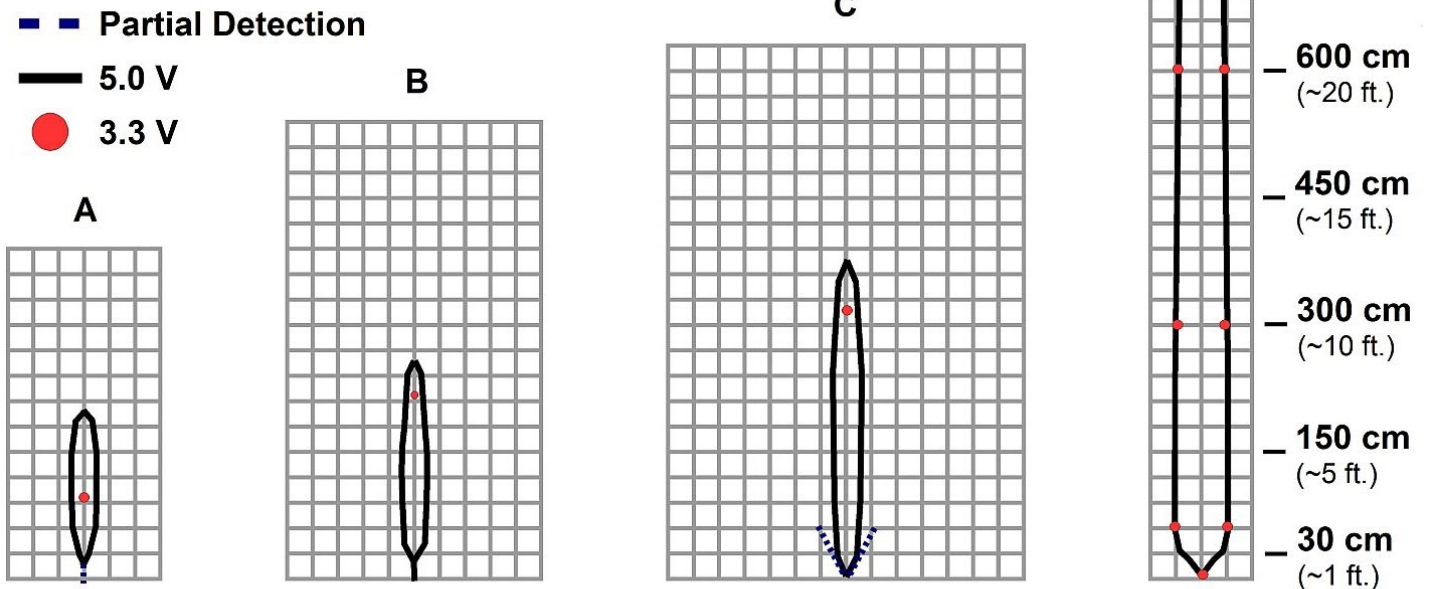
B 2.54-cm (1-inch) diameter dowel

C 8.89-cm (3.5-inch) diameter dowel

D 11-inch wide board moved left to right with the board parallel to the front sensor face.

This shows the sensor's range capability.

Note: For people detection the pattern typically falls between charts A and B.



Beam Characteristics are Approximate

Beam Pattern drawn to a 1:95 scale for easy comparison to our other products.

MB7060-MB7070

Features and Benefits

- Real-time calibration, and noise rejection for every ranging cycle
- Readings can occur up to every 100mS (10Hz)
- Analog voltage ($V_{cc}/1024$) / cm
- Precise narrow beam
- Continuously variable gain

MB7060-MB7070

Applications and Uses

- Applications where a stability filter is not needed or desired
- Multi-Sensor Arrays
- Distance Measuring
- People Detection

MB7062-MB7072 XL-MaxSonar®-WR/WRA™ Beam Pattern and Uses

The XL-MaxSonar-WR/WRA sensors have a 3 reading stability filter in the firmware. This sensor is well suited for applications requiring stable, accurate range readings. This sensor ranges to the first detectable target.

MB7062-MB7072

XL-MaxSonar®-WR™ Beam Pattern

Sample results for measured beam pattern are shown on a 30-cm grid. The detection pattern is shown for dowels of varying diameters that are placed in front of the sensor

A 6.1-mm (0.25-inch) diameter dowel

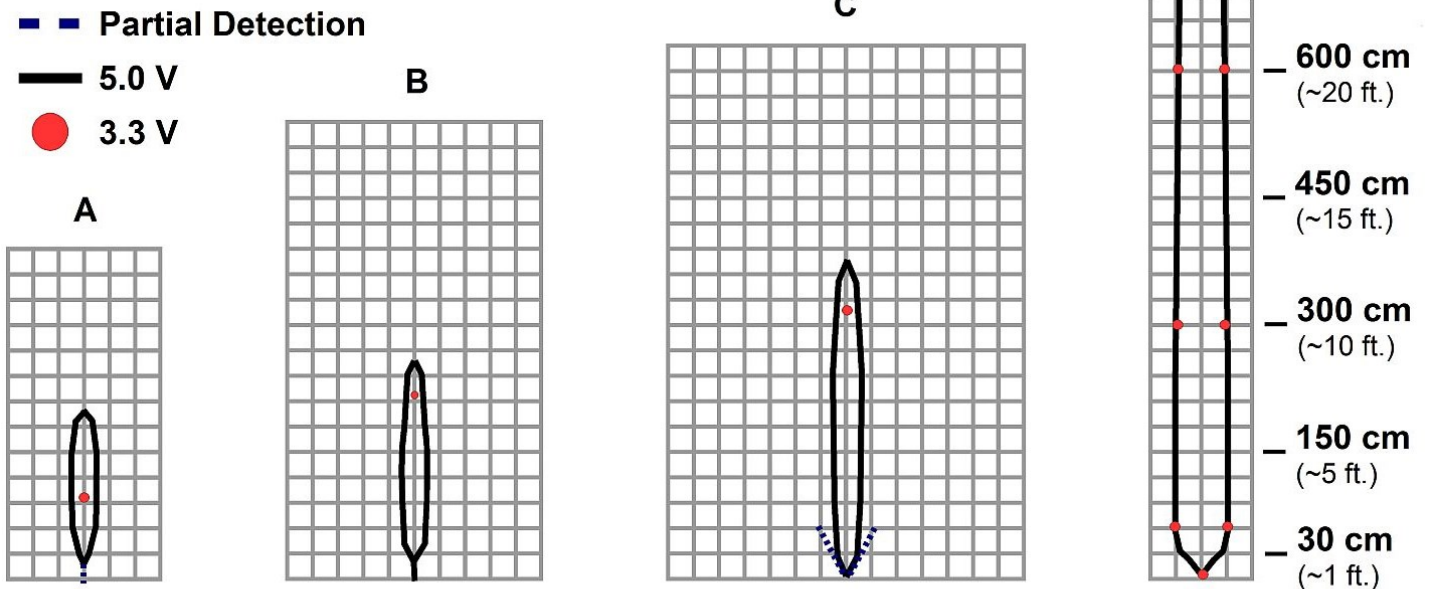
B 2.54-cm (1-inch) diameter dowel

C 8.89-cm (3.5-inch) diameter dowel

D 11-inch wide board moved left to right with the board parallel to the front sensor face.

This shows the sensor's range capability.

Note: For people detection the pattern typically falls between charts A and B.



Beam Characteristics are Approximate

Beam Pattern drawn to a 1:95 scale for easy comparison to our other products.

MB7062-MB7072

Features and Benefits

- 1 hour fail-safe built into sensor
- Real-time calibration, noise rejection and additional filtering provides stable range information
- Excellent for ranging to large objects in the presence of cluttered or noisy environments
- Excellent for applications that require consistently accurate outputs
- Advanced acoustic and electrical noise filtered output

- Reports filtered output on serial and analog-voltage outputs
- Reliable stable range data
- No power up calibration is required

MB7062-MB7072

Applications and Uses

- Long range object detection
- Industrial sensor
- Drop in upgrade for MB7060 and MB7070

MB7066-MB7076 XL-MaxSonar®-WRL/WRLA1™ Beam Pattern and Uses

The XL-MaxSonar-WRL/WRLA1 ranges objects from 0-cm to 1068-cm (35 feet) and provides range information from 20-cm to 1068-cm with a 1-cm resolution. This sensor is designed for applications where large object detection is needed to 10 meters.

MB7066-MB7076

XL-MaxSonar®-WRL/WRLA1 Beam Pattern

Sample results for measured beam pattern are shown on a 30-cm grid. The detection pattern is shown for dowels of varying diameters that are placed in front of the sensor

A 6.1-mm (0.25-inch) diameter dowel

B 2.54-cm (1-inch) diameter dowel

C 8.89-cm (3.5-inch) diameter dowel

D 11-inch wide board moved left to right with the board parallel to the front sensor face.

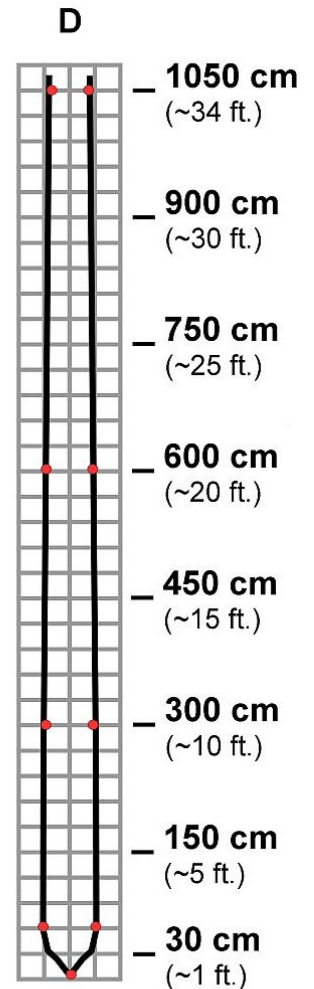
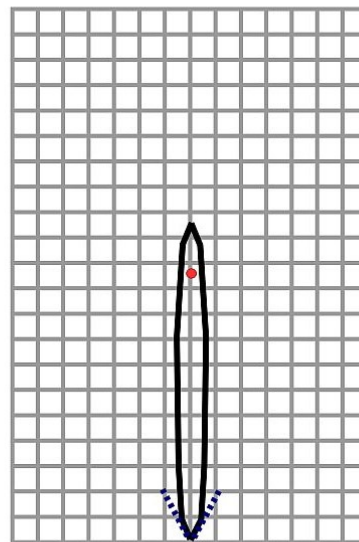
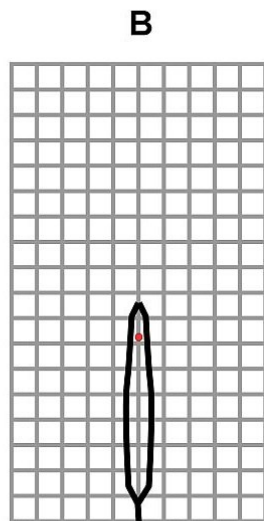
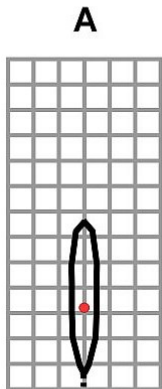
This shows the sensor's range capability.

Note: For people detection the pattern typically falls between charts A and B.

■ Partial Detection

— 5.0 V

● 3.3 V



Beam Characteristics are Approximate

Beam Pattern drawn to a 1:95 scale for easy comparison to our other products.

MB7066-MB7076

Features and Benefits

- Extended 10 meter range detection and outputs
- High acoustic power output
- Readings can occur up to every 100ms, 10-Hz rate
- Triggered operation provides the range reading as desired
- Fast measurement cycle
- Quality narrow beam characteristics
- Low cost, long range IP67 sensor

MB7066-MB7076

Applications and Uses

- Robot ranging sensor
- Autonomous navigation
- Distance measuring
- Long range object detection
- Industrial sensor

MB706X-MB707X XL-MaxSonar-WRC Beam Pattern and Uses

The XL-MaxSonar-WR product line is available in alternative housings that include a WRC housing, 1" NPS pipe threading, 1" BSPP pipe threading, and 30mm 1.5 pipe threading

MB7052-WRC, MB7052-1" NPS, MB7052-1" BSPP, MB7052-30mm1.5
MB7062-WRC, MB7062-1" NPS, MB7062-1" BSPP, MB7062-30mm1.5
MB7067-WRC, MB7067-1" NPS, MB7067-1" BSPP, MB7067-30mm1.5
MB7072-WRC, MB7072-1" NPS, MB7072-1" BSPP, MB7072-30mm1.5
MB7077-WRC, MB7077-1" NPS, MB7077-1" BSPP, MB7077-30mm1.5
MB7092-WRC, MB7092-1" NPS, MB7092-1" BSPP, MB7092-30mm1.5

Sample results for measured beam pattern are shown on a 30-cm grid. The detection pattern is shown for dowels of varying diameters that are placed in front of the sensor.

A 6.1-mm (0.25-inch) diameter dowel

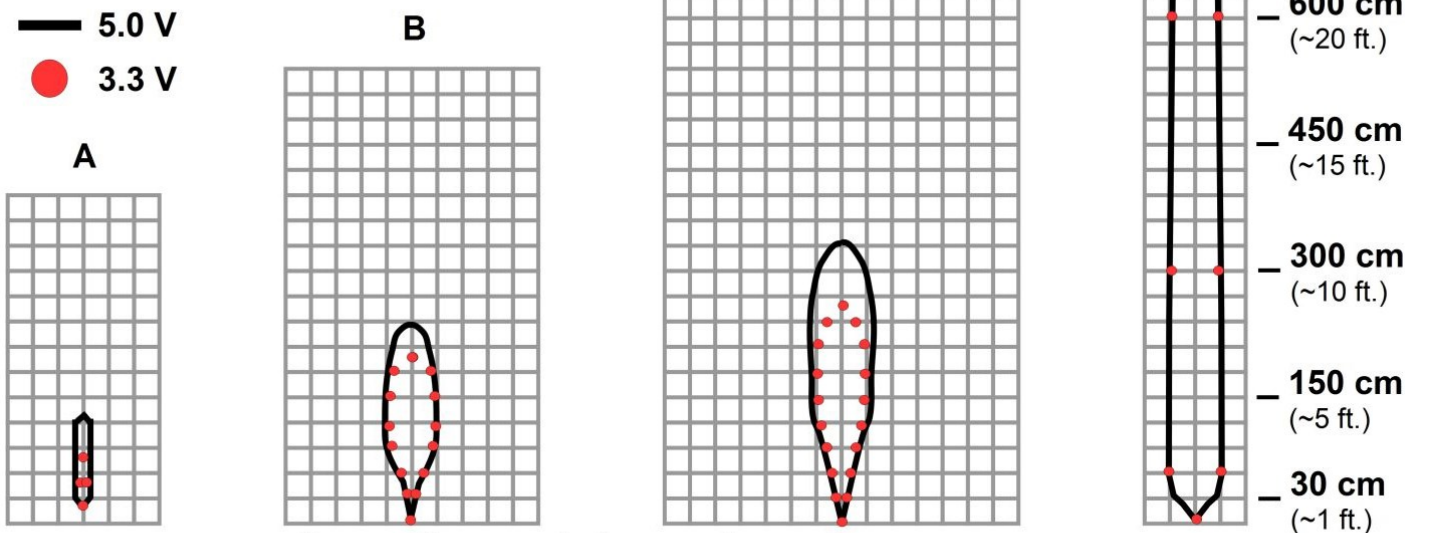
B 2.54-cm (1-inch) diameter dowel

C 8.89-cm (3.5-inch) diameter dowel

D 11-inch wide board moved left to right with the board parallel to the front sensor face.

This shows the sensor's range capability.

Note: For people detection the pattern typically falls between charts A and B.



Beam Characteristics are Approximate

Beam Pattern drawn to a 1:95 scale for easy comparison to our other products.

MB706X-MB707X

Features and Benefits

- Can be flush mounted in an application
- Same resolution as the full horn equivalent
- Available in both metric and imperial housing sizes

MB706X-MB707X

Applications and Uses

- UAV blimps
- Bin level measurement
- Proximity zone detection
- Robot ranging sensor
- Tank level measurement
- Auto sizing

MB706X-MB707X XL-MaxSonar-WR UltraCompact Beam Pattern and Uses

The XL-MaxSonar-WR product line is available in an UltraCompact alternative housing. The UltraCompact housing is designed for users that are creating a custom horn mount. The recommended horn can be downloaded from http://www.maxbotix.com/Ultrasonic_Sensors/Outdoor_Sensors.htm under the "Documents" Tab.

MB7052 – UltraCompact with a Full Horn

MB7062 – UltraCompact with a Full Horn

MB7067 – UltraCompact with a Full Horn

MB7072 – UltraCompact with a Full Horn

MB7077 – UltraCompact with a Full Horn

MB7092 – UltraCompact with a Full Horn

Sample results for measured beam pattern are shown on a 30-cm grid. The detection pattern is shown for dowels of varying diameters that are placed in front of the sensor.

A 6.1-mm (0.25-inch) diameter dowel

B 2.54-cm (1-inch) diameter dowel

C 8.89-cm (3.5-inch) diameter dowel

D 11-inch wide board moved left to right with the board parallel to the front sensor face.

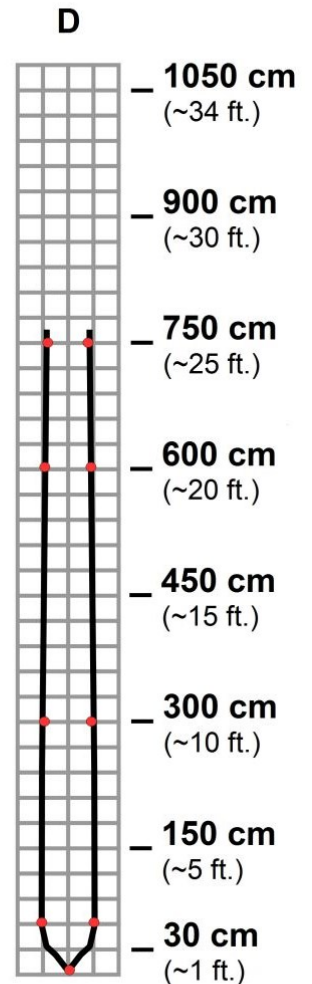
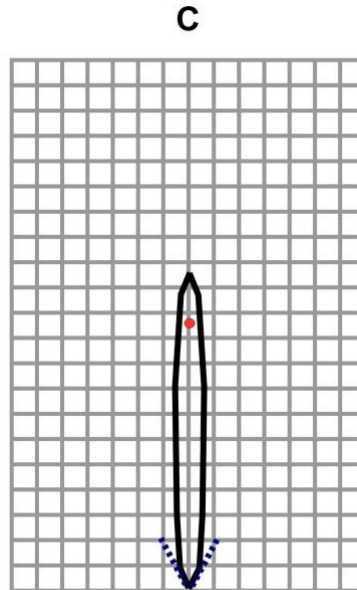
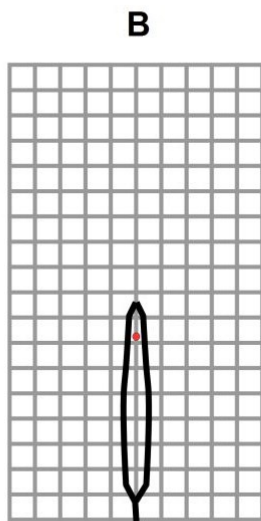
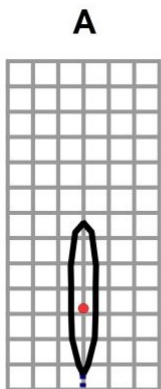
This shows the sensor's range capability.

Note: For people detection the pattern typically falls between charts A and B.

■ Partial Detection

— 5.0 V

● 3.3 V



Beam Characteristics are Approximate

Beam Pattern drawn to a 1:95 scale for easy comparison to our other products.

MB706X-MB707X

Features and Benefits

- Can be flush mounted in an application
- Same resolution as the full horn equivalent
- Gives the ability to create custom mounts

MB706X-MB707X

Applications and Uses

- UAV blimps
- Bin level measurement
- Proximity zone detection
- Robot ranging sensor
- Tank level measurement
- Auto sizing

MB706X-MB707X XL-MaxSonar-WR UltraCompact Beam Pattern and Uses

The XL-MaxSonar-WR product line is available in an UltraCompact alternative housing. The UltraCompact housing is designed for users that want to create a custom mount.

MB7052 – UltraCompact Flush Mount

MB7062 – UltraCompact Flush Mount

MB7067 – UltraCompact Flush Mount

MB7072 – UltraCompact Flush Mount

MB7077 – UltraCompact Flush Mount

MB7092 – UltraCompact Flush Mount

Sample results for measured beam pattern are shown on a 30-cm grid. The detection pattern is shown for dowels of varying diameters that are placed in front of the sensor.

A 6.1-mm (0.25-inch) diameter dowel

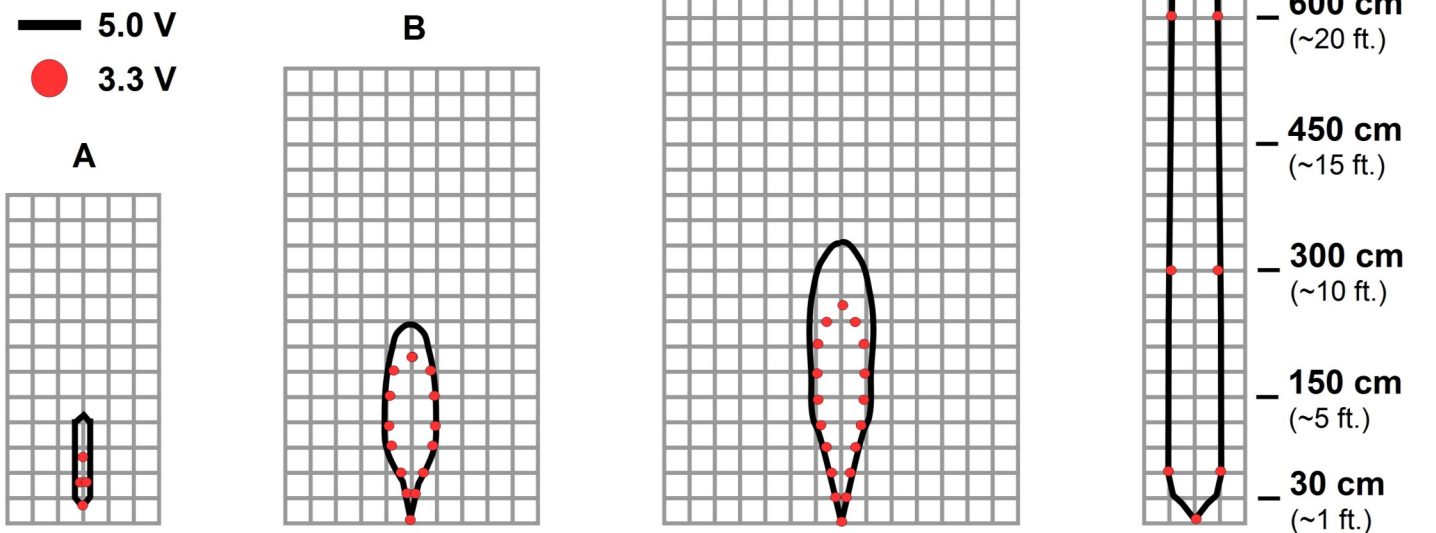
B 2.54-cm (1-inch) diameter dowel

C 8.89-cm (3.5-inch) diameter dowel

D 11-inch wide board moved left to right with the board parallel to the front sensor face.

This shows the sensor's range capability.

Note: For people detection the pattern typically falls between charts A and B.



Beam Characteristics are Approximate

Beam Pattern drawn to a 1:95 scale for easy comparison to our other products.

MB706X-MB707X

Features and Benefits

- Can be flush mounted in an application
- Same resolution as the full horn equivalent
- Allows for custom mounts to be designed.

MB706X-MB707X

Applications and Uses

- UAV blimps
- Bin level measurement
- Proximity zone detection
- Robot ranging sensor
- Tank level measurement
- Auto sizing

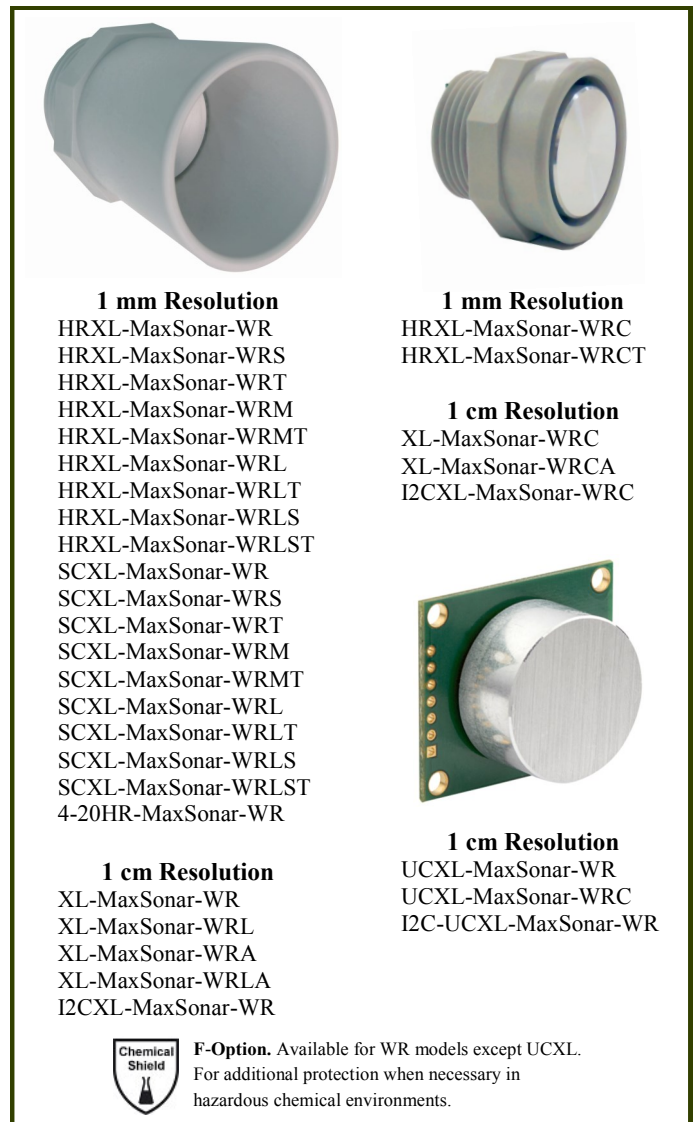
Have the right sensor for your application?

Select from this product list for Protected and Non-Protected Environments.

Protected Environments



Non-Protected Environments



Accessories — More information is online.

MB7954 — Shielded Cable

The MaxSonar Connection Wire is used to reduce interference caused by electrical noise on the lines. This cable is a great solution to use when running the sensors at a long distance or in an area with a lot of EMI and electrical noise.



MB7950 — XL-MaxSonar-WR Mounting Hardware

The MB7950 Mounting Hardware is selected for use with our outdoor ultrasonic sensors. The mounting hardware includes a steel lock nut and two O-ring (Buna-N and Neoprene) each optimal for different applications.



MB7955 / MB7956 / MB7957 / MB7958 / MB7972 — HR-MaxTemp

The HR-MaxTemp is an optional accessory for the HR-MaxSonar. The HR-MaxTemp connects to the HR-MaxSonar for automatic temperature compensation without self heating.



MB7961 — Power Supply Filter

The power supply filter is recommended for applications with unclean power or electrical noise.



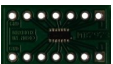
MB7962 / MB7963 / MB7964 / MB7965 — Micro-B USB Connection Cable

The MB7962, MB7963, MB7964 and MB7965 Micro-B USB cables are USB 2.0 compliant and backwards compatible with USB 1.0 standards. Varying lengths.



MB7973 — CE Lightning/Surge Protector

The MB7973 adds protection required to meet the Lightning/Surge IEC61000-4-5 specification.



Product / specifications subject to change without notice. The names MaxBotix®, MaxSonar®, EZ, EZ0, EZ1, EZ2, EZ3, EZ4, HR, AE0, AE1, AE2, AE3, AE4, WR1, and WRC1 are trademarks of MaxBotix Inc.