



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE CUENCA
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE TELEMETRÍA PARA UN VEHÍCULO TIPO
GOKART CON MOTOR ESTACIONARIO HONDA X30 125CM³**

Trabajo de titulación previo a la obtención del
título de Ingeniero Automotriz

AUTORES: JHONNY ALEXANDER CUMBE TACURI
ISAAC EDUARDO RAMON ROJAS
TUTOR: ING. CHRISTIAN OMAR PULLA MOROCHO, MSc.

Cuenca - Ecuador
2023

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, Jhonny Alexander Cumbe Tacuri con documento de identificación N° 0105737209 y Isaac Eduardo Ramon Rojas con documento de identificación N° 1104983810; manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Cuenca, 9 de enero del 2023

Atentamente,



Jhonny Alexander Cumbe Tacuri
0105737209



Isaac Eduardo Ramon Rojas
1104983810

CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

Nosotros, Jhonny Alexander Cumbe Tacuri con documento de identificación N° 0105737209 y Isaac Eduardo Ramon Rojas con documento de identificación N° 1104983810, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Proyecto técnico: “Implementación de un sistema de telemetría para un vehículo tipo Gokart con motor estacionario Honda X30 125cm³”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Automotriz, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 9 de enero del 2023

Atentamente,

Jhonny Alexander Cumbe Tacuri
0105737209

Isaac Eduardo Ramon Rojas
1104983810

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Christian Omar Pulla Morocho con documento de identificación N° 0103570602, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE TELEMETRÍA PARA UN VEHÍCULO TIPO GOKART CON MOTOR ESTACIONARIO HONDA X30 125CM³, realizado por Jhonny Alexander Cumbe Tacuri con documento de identificación N° 0105737209 y por Isaac Eduardo Ramon Rojas con documento de identificación N° 1104983810, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Proyecto técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 9 de enero del 2023

Atentamente,



Ing. Christian Omar Pulla Morocho, MSc.

0103570602

DEDICATORIA

El presente proyecto se lo dedico con todo mi amor a mis padres Mario Cumbe y Cecilia Tacuri, quienes supieron ser un ejemplo de perseverancia y superación, quienes hicieron lo posible para sacarme adelante, su sacrificio hoy se ve reflejado en toda mi carrera, también quiero dedicar este proyecto a mi abuela Rosa Rodríguez y a mi tía Narcisa Tacuri, personas que se convirtieron en madres para mí, personas que me supieron formar desde pequeño, convirtiéndose en un pilar fundamental en mi vida y siendo un ejemplo a seguir.

Jhonny Alexander Cumbe Tacuri

DEDICATORIA

El presente proyecto va dedicado a mis padres Rosa Rojas y Antonio Ramon, quienes me han enseñado a ser la persona que soy hoy, mis principios y valores, la perseverancia para seguir adelante, con todo ese cariño y amor que me brindan sin pedir nada a cambio, su bendición a lo largo de mi vida me protege y me lleva por el camino del bien, su sacrificio hoy se ve reflejado en toda mi carrera, también quiero dedicar este trabajo a mis hermanas María Ramon y Ana Ramon, por todo su apoyo incondicional durante mi tiempo de estudio, por creer en mi desde el principio, por sus palabras de aliento para afrontar las dificultades y salir adelante.

Isaac Eduardo Ramon Rojas

AGRADECIMIENTO

Comienzo agradeciendo primeramente a Dios por darme la bendición de estudiar y llenarme de sabiduría para tomar buenas decisiones a lo largo de mi carrera, gracias Dios por permitirme culminar esta etapa académica.

Agradezco a mis padres por haberme regalado el estudio y hoy poder ver el resultado de todo el esfuerzo puesto por varios años. A mis hermanas Karen, Fernanda y Pilar por estar desde mi infancia apoyándome y demostrándome el verdadero significado de amor. A mis dos mamás, Rosa y Narcisa por nunca dejarme solo y estar cuando más las necesitaba. A Erick y Camila que forman parte importante dentro de mi vida, gracias por estar conmigo. A mi novia Carolina por brindarme su apoyo y no dejarme solo, por aconsejarme y estar conmigo cuando más la necesito.

Agradecer a mis amigos y profesores que me acompañaron en esta travesía y de manera especial al Ingeniero Pulla, por la confianza y apoyo brindado.

Jhonny Alexander Cumbe Tacuri

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer primeramente a Dios por brindarme una familia tan buena y maravillosa, que ha creído en mí siempre, enseñándome a superarme día con día, a valorar las pequeñas cosas de la vida, la humildad, el sacrificio que todos realizamos para cumplir con nuestras metas. Agradezco a mi madre y mis hermanas que durante mi etapa de la adolescencia encontré destrezas y habilidades, cosas para las que soy bueno y me apasionan, sin embargo mi falta de confianza no me permitía decidir mi enfoque académico, mis hermanas y mi madre me ayudaron a afianzar la confianza en mí mismo para poder superarme y salir adelante en mis estudios, también quiero agradecer a mi padre quien me ha ayudado durante mi etapa académica; agradezco a ellos, porque han fomentado en mí el deseo de superación. Espero poder contar siempre con su incondicional apoyo.

Isaac Eduardo Ramon Rojas

RESUMEN

El proyecto de investigación tuvo como objetivo implementar un sistema de telemetría basado en la comunicación wifi, entre el Mychron 5s y la computadora, mediante el Software RaceStudio 3, para lo cual se reacondiciono el vehículo seleccionado previamente el cual cuenta con un motor estacionario Honda.

Los principales parámetros de mayor importancia a monitorear fueron la temperatura del motor, las revoluciones por minuto, aceleración, velocidad y temperatura de los neumáticos. Nuestra investigación se basó en un estudio analítico en el cual se tomaron los parámetros iniciales, tanto antes de reacondicionar el vehículo como después de implementar el sistema de telemetría.

Todo esto con la finalidad de obtener información relevante que nos ayude a un mejor diagnóstico y optimización del vehículo en base al método analítico. En base a los resultados obtenidos, el sistema de telemetría implementado en el Gokart se puede replicar para el resto de vehículos tipos Gokart que aún no cuentan con esta tecnología, a la vez que abre una ventana a futuros estudios.

En base a los resultados obtenidos podemos deducir que los tiempos por vuelta como la velocidad del Gokart dependen directamente del estilo de conducción por lo que influye de manera directa el comportamiento del piloto en pista. Concluyendo el estudio se determinó que la temperatura en el cabezote se reduce considerablemente cuando mayor velocidad alcanza el Gokart llegando a un mínimo de 42°C.

Palabras Claves: Gokart, Diagnostico, Telemetría, RaceStudio 3, Mychron 5s

ABSTRACT

The objective of the research project was to implement a telemetry system based on Wi-Fi communication between the Mychron 5s and the computer, using RaceStudio 3 software, for which the previously selected vehicle, which has a stationary Honda engine, was reconditioned.

The main parameters of importance to monitor were engine temperature, revolutions per minute, acceleration, speed and tyre temperature. Our research was based on an analytical study in which the initial parameters were taken, both before reconditioning the vehicle and after implementing the telemetry system.

All this with the aim of obtaining relevant information that will help us to better diagnose and optimise the vehicle based on the analytical method. Based on the results obtained, the telemetry system implemented in the Gokart can be replicated for other Gokart vehicles that do not yet have this technology, while opening a window for future studies.

Based on the results obtained, we can deduce that the lap times and the speed of the Gokart depend directly on the driving style, which directly influences the driver's behavior on the track. To conclude the study, it was determined that the temperature in the head end is considerably reduced when the Gokart reaches a higher speed, reaching a minimum of 42°C.

Keywords: Gokart, Diagnostics, Telemetry, RaceStudio 3, Mychron 5s

ÍNDICE GENERAL

Dedicatoria	V
Dedicatoria	VI
Agradecimiento	VII
Agradecimiento	VIII
Resumen	IX
Abstract	1
Índice general	2
Índice de figuras	6
Índice de tablas.....	13
Introducción	14
Problema.....	15
Antecedentes	15
Importancia y Alcances	16
Delimitación	16
Objetivos	17
Objetivo General	17
Objetivos Específicos	17
CAPÍTULO 1: FUNDAMENTOS TEÓRICOS Y ESTADO DEL ARTE.	18
1.1. Historia de la telemetría	18
1.2. Aplicaciones de la telemetría.....	21
1.3. Telemetría dentro del automovilismo.....	22

1.4.	Parámetros a monitorear dentro del Gokart.....	24
1.4.1.	Velocidad.....	25
1.4.2.	Aceleración.....	25
1.4.3.	Temperatura del motor	26
1.4.4.	Revoluciones por minuto.....	27
1.4.5.	Temperaturas de los neumáticos.	28
1.4.6.	Comunicación.....	29
1.5.	Mychron.	31
1.5.1.	Unidad de control	31
1.5.2.	Lcu-uno can.....	34
1.5.3.	SmartyCam.....	34
1.5.4.	Expansión Mychron 5s.....	35
1.5.5.	Controlador de temperatura infrarrojo.....	35
1.5.6.	Centro de datos.....	35
1.5.7.	Pineria del Mychron 5s.....	36
1.6.	GoKarts.	37
CAPÍTULO 2: REACONDICIONAMIENTO DEL VEHÍCULO DE COMPETENCIA.		39
2.1.	Diagnóstico visual del vehículo de competencia.....	39
2.2.	Mantenimiento del Gokart.....	45
2.3.	Adaptación de los sensores en el vehículo y comprobación de su funcionamiento.	49
2.3.1	Diseño y fabricación de las bases para los sensores.	49
2.3.2	Adaptación e implementación del sensor de temperatura del motor.	52

2.3.3 Implementación de los sensores de temperatura de los neumáticos.....	54
2.3.4. Adaptación e implementación de la comunicación	58
2.3.5. Prueba de funcionamiento	60
CAPÍTULO 3: PRUEBAS Y ANALISIS DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA IMPLEMENTADO EN EL GOKART	63
3.1. Comunicación directa con el Mychron.....	63
3.2. Análisis de datos en el RaceStudio 3.....	65
3.2.1. Análisis de la Velocidad.....	66
3.2.2. Análisis de la Aceleración	68
3.2.3. Análisis de la Temperatura del motor	71
3.2.4. Análisis de la Revoluciones por minuto	72
3.2.5. Análisis de la Temperatura de los neumáticos	73
3.2.6. Análisis de la Comunicación	74
Conclusiones	75
Recomendaciones.....	77
Anexos.....	78
Anexo A: Base Posterior Derecha.....	78
Anexo B: Base Delantera	79
Anexo C: Base posterior Izquierda	80
Anexo D: Cartel de mantenimiento de motores Honda.....	81
Anexo E: Planos de los sensores de temperatura de los neumáticos.....	82
Anexo F: Planos del kit de sensores de temperatura.	83

Bibliografía.....84

ÍNDICE DE FIGURAS

Capítulo 1

Figura 1.1 Funcionamiento general del Canal de Panamá.	19
Figura 1.2 Ingeniero Aeroespacial Wember Von Braun, creador del primer cohete balístico con un sistema telemétrico.	20
Figura 1.3 Nave espacial Mariner 4, lanzada a Marte el 28 de noviembre de 1964 que disponia de modulacion por codigo de pulso, PCM.	20
Figura 1.4 Aplicación de la telemetría dentro de una flota de vehículos.	22
Figura 1.5 Historia de la telemetría	23
Figura 1.6 Parámetros a monitorear dentro del Gokart.	24
Figura 1.7 Historia de la telemetría	25
Figura 1.8 Parámetros representados por el Mychron 5s	26
Figura 1.9 Termoresistor a utilizar en la implementación del sensor de temperatura del motor. .	26
Figura 1.10 Cable de señal rpm.	27
Figura 1.11 Señales características de un sensor de rpm tipo inductivo.	28
Figura 1.12 Kit de sensores de temperatura adaptable al Mychron 5s.	28
Figura 1.13 Elementos a tomar en consideración dentro de una comunicación.	29
Figura 1.14 Tipos de comunicación	30
Figura 1.15 Representación de la comunicación que se empleara	30
Figura 1.16 Mychron 5s en funcionamiento.	31

Figura 1.17 Configuración Wifi del Mychron 5s.....	32
Figura 1.18 Autenticación Wifi del Mychron 5s.....	32
Figura 1.19 Señales que emiten los diferentes sensores durante una carrera.....	33
Figura 1.20 Accesorios disponibles para el Mychron 5s.	34
Figura 1.21 Controlador Lambda para el Mychron 5s.....	34
Figura 1.22 SmartyCam adaptable para el Mychron 5s.	35
Figura 1.23 Expansor del Mychron 5s.	35
Figura 1.24 Controlador de temperatura infrarrojo.....	35
Figura 1.25 Multiplicador de conexión CAN.....	36
Figura 1.26 Entradas y salidas del Mychron 5s.	36
Figura 1.27 Primeras carreras de los Kart	37
Figura 1.28. Carreras oficiales de los karts en los años 80.....	38

Capítulo 2

Figura 2.1 Diagrama de flujo del diagnóstico del motor Honda.....	40
Figura 2.2 Estado de la cadena del motor Honda.....	41
Figura 2.3 Estado del filtro del motor Honda.....	41
Figura 2.4 Estado del embrague del motor Honda.....	41
Figura 2.5 Estado de la bujía del motor Honda.....	41
Figura 2.6 Estado del carburador del motor Honda	42

Figura 2.7 Estado del tanque de combustible del motor Honda.....	42
Figura 2.8 Estado del cable de bujía del motor Honda	42
Figura 2.9 Estado del cableado del motor.	42
Figura 2.10 Estado de los rodamientos del Gokart	43
Figura 2.11 Estado de las rótulas dentro del Gokart	43
Figura 2.12 Estado del chasis del Gokart.....	43
Figura 2.13 Estado del asiento del Gokart	44
Figura 2.14 Estado de las pastillas de freno del Gokart	44
Figura 2.15 Estado de la carrocería del Gokart.....	44
Figura 2.16 Estado de la catalina del Gokart	44
Figura 2.17 Estado de la base del Gokart.....	44
Figura 2.18 Estado de los frenos antes del mantenimiento	46
Figura 2.19 Estado de los frenos después del mantenimiento.....	46
Figura 2.20 Estado de la catalina antes del mantenimiento	46
Figura 2.21 Estado de la catalina después del mantenimiento	46
Figura 2.22 Estado de la cadena antes del mantenimiento.....	46
Figura 2.23 Estado de la cadena después del mantenimiento	46
Figura 2.24 Estado del Eje posterior antes del mantenimiento	46
Figura 2.25 Estado del Eje posterior después del mantenimiento.....	46

Figura 2.26 Estado de la Mangueta antes del mantenimiento	47
Figura 2.27 Estado de la mangueta después del mantenimiento	47
Figura 2.28 Estado de los pontones laterales antes del mantenimiento	47
Figura 2.29 Estado de los pontones laterales después del mantenimiento	47
Figura 2.30 Estado del pontón frontal antes el mantenimiento	47
Figura 2.31 Estado del pontón frontal después del mantenimiento	47
Figura 2.32 Estado de los aros y neumáticos antes del mantenimiento	47
Figura 2.33 Estado de los aros y neumáticos después del mantenimiento	47
Figura 2.34 Estado del filtro de admisión antes del mantenimiento	48
Figura 2.35 Estado del filtro de admisión después del mantenimiento	48
Figura 2.36 Estado del carburador antes del mantenimiento	48
Figura 2.37 Estado del carburador después del mantenimiento	48
Figura 2.38 Estado de la bujía antes del mantenimiento	48
Figura 2.39 Estado de la bujía después del mantenimiento	48
Figura 2.40 Estado del embrague antes del mantenimiento	48
Figura 2.41 Estado del embrague después del mantenimiento	48
Figura 2.42 Estado de la polea antes del mantenimiento	49
Figura 2.43 Estado de la polea después del mantenimiento	49
Figura 2.44 Estado del motor antes del mantenimiento	49

Figura 2.45 Estado del motor después del mantenimiento.....	49
Figura 2.46 Estado del tanque de combustible antes del mantenimiento.....	49
Figura 2.47 Estado del tanque de combustible después del mantenimiento	49
Figura 2.48 Medición de la parte frontal derecha	50
Figura 2.49 Medición de la parte frontal izquierda.....	50
Figura 2.50 Diseño de la base posterior izquierda (Anexo A)	51
Figura 2.51 Diseño de la base delantera (Anexo B).....	51
Figura 2.52 Diseño de la base posterior derecha (Anexo C).....	51
Figura 2.53 Bases terminadas para el montaje de los sensores	52
Figura 2.54 Tipos de termistores.....	53
Figura 2.55 Materiales utilizados para la creación de la termocupla	53
Figura 2.56 Termistor instalado en la bujía del Gokart.....	54
Figura 2.57 Termistor instalado en el motor	54
Figura 2.58 Principio de funcionamiento de sensor óptico	55
Figura 2.59 Sensor de presión y temperatura tipo válvula	55
Figura 2.60 Sensores ópticos con sus respectivas bases	56
Figura 2.61 Sensor frontal izquierdo instalado	56
Figura 2.62 Sensor posterior izquierdo instalado.....	56
Figura 2.63 Acople de los sensores al extensor del Mychron	57

Figura 2.64 Diagrama eléctrico de la conexión de sensores	57
Figura 2.65 Intercomunicador Walkie Talkie	58
Figura 2.66 Pulsante instalado en la placa principal del Walkie Talkie	59
Figura 2.67 Auricular acoplado a la salida del Jack de 3.5 mm.....	59
Figura 2.68 Canal de comunicación del Walkie Talkie	60
Figura 2.69 Lubricación del Gokart	60
Figura 2.70 Delimitación de la pista dentro de la Universidad Politécnica Salesiana	61
Figura 2.71 Lectura de datos en vivo en el programa RaceStudio 3.....	61
Figura 2.72 Lectura de la temperatura de los neumáticos	62
Figura 2.73 Prueba de conectividad y toma de datos	62
 Capítulo 3	
Figura 3.1 Conexión a la red AP del Mychron	63
Figura 3.2 Vinculación con el dispositivo kart 253	64
Figura 3.3 Pestaña Live Measures.....	64
Figura 3.4 Incono del software para ordenador RaceStudio 3	65
Figura 3.5 Lectura del circuito dentro del Software.....	66
Figura 3.6 Velocidad vs Número de vueltas	67
Figura 3.7 Aceleración del Gokart dentro de las 18 vueltas	67
Figura 3.8 Intervalo de tiempo para recorrer una vuelta	68

Figura 3.9 Comparación entre la señal de aceleración y velocidad.70

Figura 3.10 Señal de temperatura en el cabezote71

Figura 3.11 Señal de rpm72

Figura 3.12 Señal de temperatura de los neumáticos73

Figura 3.13 Comunicación implementada en el Gokart.....74

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Características de los sensores de los neumáticos.....	29
Tabla 2 Especificaciones del Mychron 5s.....	33
Tabla 3 Especificación de los puertos del Mychron 5s.....	37
Tabla 4 Inspección visual del estado del motor estacionario Honda.	41
Tabla 5 Inspección visual del sistema eléctrico del Gokart	42
Tabla 6 Inspección de la suspensión del Gokart.	43
Tabla 7 Inspección del estado del Gokart.	43
Tabla 8 Mantenimiento del Gokart	46
Tabla 9 especificaciones técnicas del Walkie Talkie	58
Tabla 10 Registro de velocidades respecto al número de vueltas	66
Tabla 11 Registro de velocidades en función del tiempo que toma por vuelta.....	69

INTRODUCCIÓN

El proyecto propuesto sobre la “Implementación de la telemetría en un Gokart con motor estacionario Honda” previo a la obtención del título, nos brinda información acerca de la implementación de sensores y reacondicionamiento de un dispositivo de comunicación para ajustarlo conforme las necesidades del piloto.

Sabiendo que el sistema de telemetría recopila y procesa diversa información y finalmente las envía en forma de datos de forma inalámbrica a los observadores del sistema. Luego, la información se analiza y se realizan las modificaciones apropiadas para una funcionalidad optima del sistema que está siendo monitoreado. El uso de este sistema nos permite monitorear sistemas remotos, mantenerse al tanto del comportamiento variable y tomar medidas rápidas para ajustar o mejorar el comportamiento de los procesos en ejecución.

Previo a la implementación de sensores se reacondiciono el vehículo para dejarlo operativo dentro de lo cual se le dio un mantenimiento general, corrigiendo errores que pudiera generar incertidumbre en la lectura de señales

Mediante el Mychron 5s, se recopilarán datos previamente establecidos como: Velocidad, aceleración, temperatura del motor, revoluciones por minuto y temperatura de neumáticos, obteniendo así de manera inalámbrica señales en tiempo real, visualizando el comportamiento de cada uno de los parámetros por separado y de forma ordenada para su posterior análisis mediante el Software RaceStudio 3, lo cual nos brindara oportunidades de diagnosticar falencias en el manejo y deficiencias dentro del vehículo.

De esta forma se espera incrementar la competitividad dentro del equipo ayudando a conseguir un mejor rendimiento dentro de pruebas y competencias.

PROBLEMA

En los laboratorios de la Carrera de Ingeniería Automotriz de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca, se encuentran vehículos Gokart que constantemente se encuentran en competencias dentro y fuera de la ciudad, los cuáles han sido elegidos para ser implementados con un Sistema de Telemetría, considerando que la comunicación y el monitoreo de diversos parámetros es importante al momento de una carrera. Por lo tanto, la falta de comunicación y de monitoreo apropiado del vehículo mientras se encuentra en la pista dificulta, que el Gokart pueda desarrollar por completo y así minimiza las posibilidades de ganar una competencia. Por ello, se pretende solventar esta necesidad implementando este sistema de Telemetría en uno de los vehículos de competencia (Gokart) de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca, para así evitar incluso colisiones que se pudieran generar en el transcurso de una carrera.

Antecedentes

Gracias a las escuderías Williams y McLaren de la fórmula 1 llegó la Telemetría a los vehículos de competición, dando así un gran avance tecnológico y haciendo que sobresalgan a comparación de las escuderías rivales, gracias a ello los ingenieros recibían información de los vehículos mientras estos se encuentran en pista, teniendo así la capacidad de modificar diversos parámetros de los vehículos sin tener la necesidad de llamar a los vehículos a los pit stop.

El sistema de telemetría recopila y procesa diversa información y finalmente la envía en forma de datos de manera inalámbrica a los observadores encargados de monitorear el vehículo. Luego, la información se analiza y se realizan las modificaciones apropiadas para una funcionalidad óptima de los parámetros que están siendo monitoreados. El uso de esta tecnología nos permite monitorear sistemas remotos, mantenerse al tanto del comportamiento variable y tomar medidas rápidas para ajustar o mejorar el comportamiento de los procesos en ejecución.

Importancia y Alcances

El beneficio a la carrera de Ingeniera Automotriz de la Universidad Politécnica Salesiana, con el aporte al implementar un sistema de telemetría en un vehículo tipo Gokart con motor estacionario Honda, los estudiantes responsables del equipo, tendrán mayor facilidad para determinar e inspeccionar las variables de funcionamiento del motor. Debido a la importancia que existe en la pista, se necesita más que solo un buen motor y chasis en un vehículo tipo Gokart, para ser competitivo. Es por eso, que el aplicar un sistema de telemetría no solo ayuda a ser más eficientes, sino que se justifica de manera técnica la posibilidad de monitorear una gran parte de los aspectos en el motor, y a partir de los resultados obtenidos podemos mejorar ciertos aspectos técnico como distancias de recorrido, tiempo empleado, temperatura, revoluciones, velocidad, aceleración, etc. y de encontrarse inconvenientes en el motor, se podrá solucionar antes de que se produjesen, ayudando a los pilotos a tener una mejor comunicación con el vehículo para saber lo que sucede en todo momento, y saber sus límites, los cuales ayudara a ser más competitivo al equipo.

Delimitación

El presente proyecto, se llevará a cabo en la Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca, Provincia del Azuay, barrio el Vecino, Ubicada en la Calle Vieja 12-30 y Elia Liut.



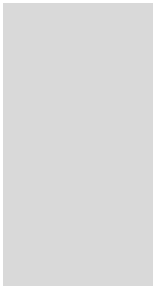
OBJETIVOS

Objetivo General

Implementar un sistema de telemetría para un vehículo tipo Gokart con un motor estacionario Honda XC30 125cm³

Objetivos Específicos

- Establecer el marco tecnológico de la telemetría mediante la investigación bibliográfica para seleccionar los parámetros fundamentales a monitorear.
- Reacondicionar el vehículo de competencia para ponerlo operativo.
- Implementar un sistema de telemetría para un vehículo tipo Gokart con motor estacionario Honda XC30 125cm³ para la realización de las pruebas de funcionamiento del sistema.



CAPÍTULO 1: Fundamentos teóricos y estado del arte.

1.1. Historia de la telemetría

La palabra telemetría procede de las palabras griegas $\tau\eta\lambda\epsilon$ (tele), que quiere decir a distancia, y la palabra $\mu\epsilon\tau\rho\nu$ (metrón), que quiere decir medida. La telemetría facilita la monitorización a distancia de procesos o equipos, el envío de alertas o alarmas a un centro de control o plataforma de visualización en internet, con el fin de que el funcionamiento sea seguro y eficiente.

El origen de la telemetría por cable data del siglo XIX, el mismo que dio inicio para el desarrollo de distintas aplicaciones, dando así el paso para la creación de los primeros circuitos de transmisión de datos en el año de 1845.

Gracias al avance de la tecnología, ingenieros franceses en el año de 1874 crearon el primer sistema de telemetría que brindaba información en tiempo real del Mont Blanc hasta París acerca de la meteorología y la profundidad de la nieve. Haciendo que en el año de 1901 C. Michalke patentara un circuito de envío sincronizado de parámetros de rotación a distancia, teniendo como objetivo principal medir el ángulo de máquinas rotativas.

Entre 1913 y 1914 dentro del canal de Panamá se implementaron diversos sistemas de telemetría que daban acceso a la monitorización de los niveles de agua y esclusas.

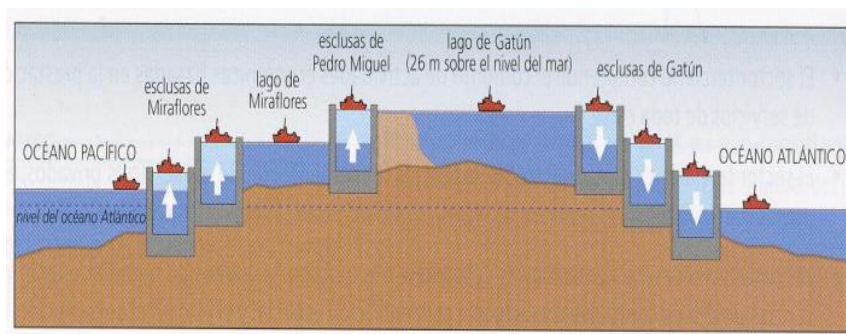


Figura 1.1 Funcionamiento general del Canal de Panamá.

Fuente: (De alaska a tierra de fuego, 2017)

La telemetría, con el transcurso de los años, ha evolucionado hasta dar Inicio a la telemetría sin cable, la cual sucede en 1930 por Pavel Molchanov en Rusia y Robert Bureau en Francia para aplicaciones en radio sondas. El sistema de telemetría de Pavel Molchanov permitía modular las diversas medidas de presión y temperatura las cuales eran transmitidas por código morse mediante Wireless.

En esta misma década, la telemetría comienza a vincularse con la aeronáutica, consiguiendo un globo aerostático, el cual estaba equipado de equipo telemétrico que ayudaba a la obtención de datos de las condiciones atmosféricas presentes.

Años más tarde, en 1940 en el transcurso de la segunda guerra mundial, el Ingeniero Aeroespacial Wernher Von Braun implementó la nave que daría el vuelo suborbital conocida como V2, siendo este el primer cohete balístico. La nave conocida como V2 contaba con un sistema telemétrico, llamado Messina, de multiplexado de señales de radio, giroscopios y acelerómetros los cuales tenían la capacidad de controlar diferentes velocidades y direcciones del motor.



Figura 1.2 Ingeniero Aeroespacial Wember Von Braun, creador del primer cohete balístico con un sistema telemétrico.

Fuente: (Hollingham, 2015)

Basándose en la fiabilidad, se implementan los sistemas telemétricos en el espacio, con la peculiaridad que estos sistemas utilizan modulación por posición de pulso, PPM o modulación por duración de pulso, PDM.

A finales de 1940 se establece la relación de los primeros misiles soviéticos con sistemas de telemetría, dando paso a los primeros trabajos estadounidenses que empleaban modulación por código de pulso, PCM, el mismo que se pudo evidenciar dentro de la sonda de exploración denominado Mariner 4, que fue enviada a Marte en el año de 1964.



Figura 1.3 Nave espacial Mariner 4, lanzada a Marte el 28 de noviembre de 1964 que disponia de modulacion por codigo de pulso, PCM.

Fuente: (Strauss, 2016)

Por último, debido a los grandes avances tecnológicos dentro de los sistemas telemétricos, hemos logrado avanzar a tal grado que la telemetría sigue haciendo historia conforme pasan los

años. El anhelo de los seres humanos por seguir innovando, descubriendo, experimentando y conociendo va de la mano de este gran sistema que es la telemetría.

1.2. Aplicaciones de la telemetría

La telemetría abarca un amplio campo de aplicación debido a su versatilidad para enviar información. Permite supervisar los niveles de líquidos; medir los parámetros de fluidos como temperatura, presión, caudales; el monitoreo del viento, agua, aire, y detectar gases peligrosos. Del mismo modo, prevé cuando puede ocurrir un desastre natural, a través de telemetría por radio, que mide el comportamiento de ondas y tamaños.

De igual manera, en diferentes fábricas, empresas, oficinas y viviendas, el constante monitoreo del uso de la energía es importante, así como los fenómenos que tienen correlación, como la temperatura, disponer de un punto de monitoreo y control por telemetría, optimiza y facilita la coordinación para un uso más responsable y eficiente de la energía.

Una aplicación prolije e importante del uso de la telemetría es en la perforación de pozos petrolíferos, la cual se utiliza para la medición con herramientas navegables MWD1 y LWD2. En ella se utiliza el sistema de telemetría de pulso de lodo, la misma que se transmite mediante la tubería de perforación por medio del lodo de perforación.

- Seguimiento de pozos petroleros en mar y tierra.
- Estaciones de bombeo de ductos y oleoductos.
- Monitoreo de temperaturas y vibraciones en equipos de combustión interna o eléctrica.
- Seguimiento del consumo eléctrico
- Tanques de abastecimiento y almacenamiento dentro de petroleras.

La telemetría se utiliza en infinidad de campos, que va desde el automovilismo, aviación, astronomía, pasando por la agricultura, la industria, medicina y hasta biología.



Figura 1.4 Aplicación de la telemetría dentro de una flota de vehículos.

Fuente: (Sitrack, s.f.)

1.3. Telemetría dentro del automovilismo.

La telemetría nos ayuda a la medición de datos y a su vez la retransmisión en vivo de forma remota, En el automovilismo es muy útil la telemetría ya que nos permite observar datos reales que se producen en el automóvil a cada instante, para nosotros con estos datos analizarlos estadísticamente poder mejorar en futuras competencias como en la pista misma y de esta manera mejorar el rendimiento del vehículo y la competitividad del equipo.

Por otra parte, muchas empresas como Tesla ocupan esta funcionalidad para enviar errores que pudiesen producirse en el día a día, tanto en sus baterías como en la conducción, o en caso de presentarse un defecto de versión de software, ellos pueden enviar remotamente una actualización la cual corrija aquellos errores que se pudiesen producir. Y del mismo modo actualizar parámetros del motor para mejorar el rendimiento de la batería y esta nos dura un poco más para poder hacer más kilómetros con una misma recarga.

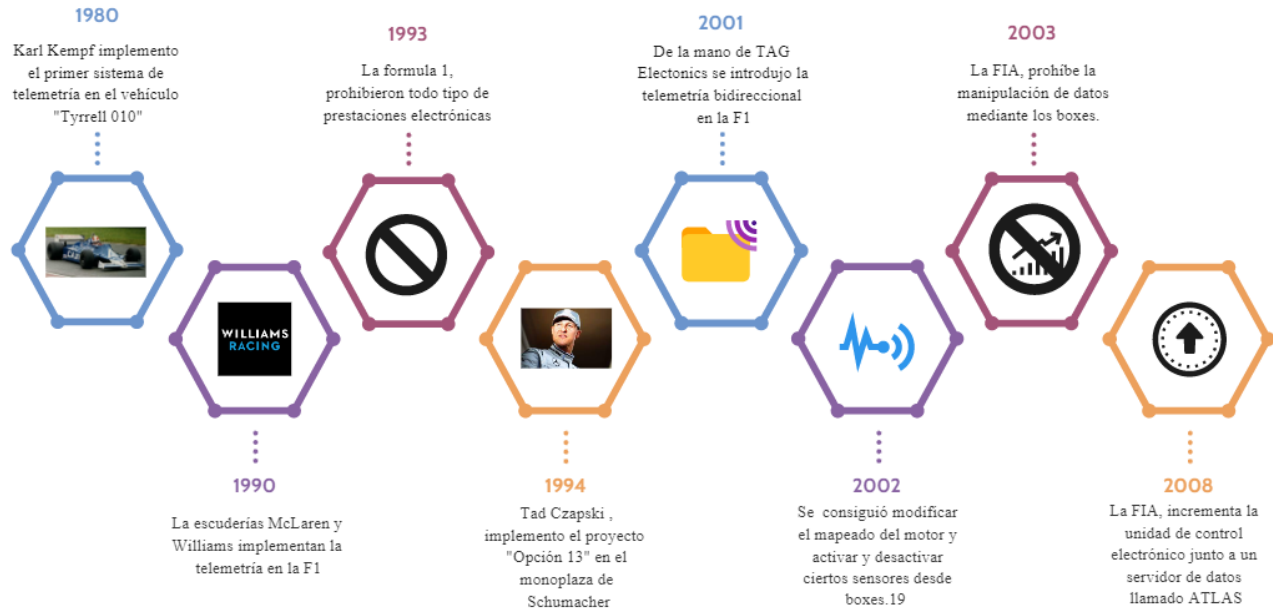


Figura 1.5 Historia de la telemetría

Fuente: (Autores).

Dentro de la Formula 1, para que las escuderías puedan enviar información a distancias cortas dentro de los diferentes circuitos que se encuentran en varias partes del mundo, se implementaron antenas repartidoras lo cual facilita la llegada de datos desde el monoplaza. Haciendo que los repartidores redirijan la señal al centro de datos de cada escudería, los cuales son los encargados de mandar la información al panel de boxes para que los altos mandos de cada escudería (director general, jefe de ingenieros, jefe de logística, etc.) puedan apreciar el comportamiento que está teniendo el monoplaza mientras se encuentre en la pista.

En cuanto a los monoplazas, llevan incorporado una antena en el parte superior conocido como morro, teniendo en consideración que debe estar ubicado a más de 10cm de altura evitando así que sea un obstáculo o influya en situaciones externas. La antena trabaja a una frecuencia de 1.45 y 1.65 GHz, teniendo en cuenta que la antena es Omnidireccional, esta obtiene una ganancia de +3 dBi y en cuanto a potencia, obtenemos 160W

Por ende, la telemetría al igual que la tecnología se ha transformado las competencias automovilísticas, brindando radiografías de los diferentes monoplazas. El ingeniero de la escudería Williams Sam Michael definió la telemetría como” La oportunidad de rastrear el monoplaza en toda la carrera”

1.4. Parámetros a monitorear dentro del Gokart

Si bien gracias a la telemetría podemos obtener información a distancia de cualquier dato que sea medible, aplicados al campo automotriz pueden ser parámetros del motor, como: temperatura del motor, temperatura en los neumáticos, velocidad, revoluciones por minuto, etc. Para nuestro estudio en particular nos enfocaremos en los siguientes parámetros.

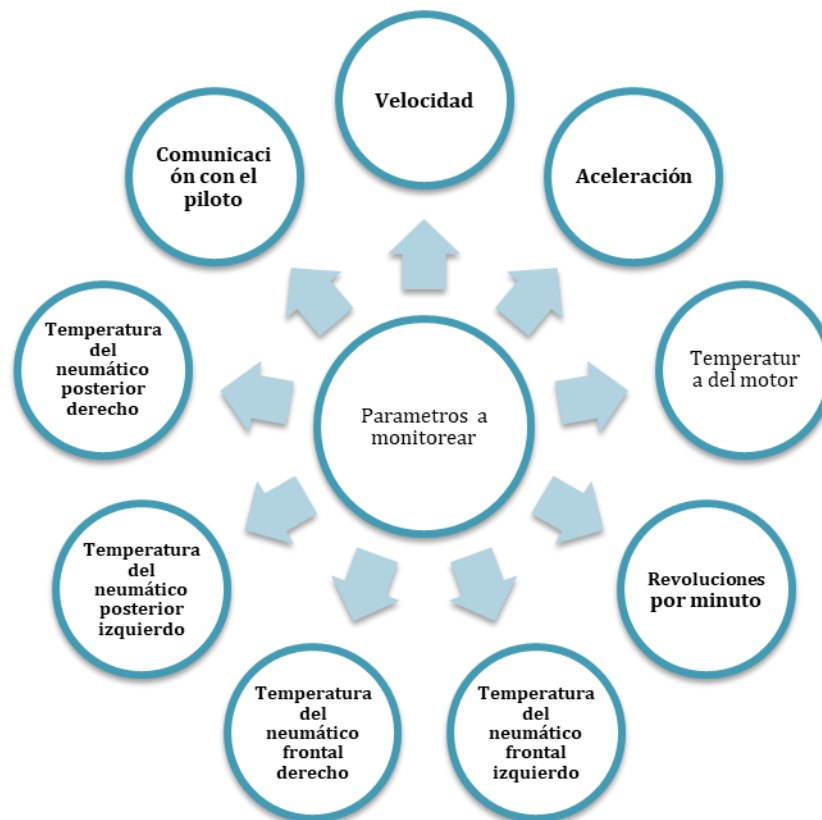


Figura 1.6 Parámetros a monitorear dentro del Gokart.

Fuente: (Autores).

1.4.1. Velocidad.

La velocidad es uno de los parámetros importantes a tomar en cuenta dentro del mundo de las competencias, gracias al conocimiento de la velocidad en la que va el Gokart dentro de una pista nosotros podremos optar por tomar decisiones que ayuden a un correcto manejo y a disponer de información en cuanto a velocidades máximas y mínimas, ya sean estas en rectas o curvas dependiendo de la pista en la cual nos encontremos.

La velocidad es un parámetro que nos brinda el Mychron 5s al momento de nosotros implementarlo dentro del Gokart, facilitando así de manera eficiente y directa el estudio de velocidades máximas y mínimas dentro de cada vuelta.



Figura 1.7 Historia de la telemetría
Fuente: (DMK racing, 2009)

1.4.2. Aceleración

La aceleración nos indica que tan rápido obtiene velocidad nuestro vehículo tipo Gokart, la importancia de este análisis es que nos ayudara a identificar y predecir cuándo y dónde podemos adelantar a un vehículo. Para ello la toma de datos se la realizara gracias a un acelerómetro el cual incluye el Mychron 5s, el cual cuenta con medición de aceleración en los 3 ejes por lo cual primero se identificará la razón de cambio y posteriormente tabular y representar estos valores en graficas que faciliten la visualización de datos obtenidos.



Figura 1.8 Parámetros representados por el Mychron 5s

Fuente: (Aim, s.f.)

1.4.3. Temperatura del motor

A medida que el motor alcanza su temperatura de funcionamiento, es importante que se mantenga dentro de ese rango de temperatura, es decir que no aumente ni disminuya. Para conseguir el mayor rendimiento del motor, ya que al aumentar la temperatura tanto el pistón como el cilindro se expanden dentro de un límite de tolerancias, lo cual mejora la hermeticidad que hay entre el cilindro y el pistón.



Figura 1.9 Termoresistor a utilizar en la implementación del sensor de temperatura del motor.

Fuente: (Solectro, 2020)

Esta temperatura de funcionamiento depende del motor, Por lo general oscila entre 105 a 110 °C lo cual también ayuda a que se evapore el agua que se condense en el cárter. Si la temperatura aumenta demasiado o por el contrario es muy baja, no se lubricarán adecuadamente las partes internas del motor lo cual provocara un desgaste prematuro o perdida de potencia. El

termoresistor tipo arandela que ocuparemos para medir la temperatura del motor, es decir una resistencia que en medida de su temperatura varía su resistencia de mayor a menor, es decir: en condiciones de temperaturas bajas la resistencia es mayor, mientras que a mayor temperatura la resistencia tiende a disminuir. La unidad de control del Gokart (Mychron) por lo general recibe información entre 0 a 5 voltios, por lo que el termoresistor nos indicará la temperatura en función de la variación de voltaje que producirá el mismo.

1.4.4. Revoluciones por minuto.

La velocidad de giro del motor se conoce gracias a un sensor, el cual puede ser inductivo u óptico. Para nuestro caso de estudio el sensor que utilizaremos será inductivo, la conexión como podemos ver a continuación consta de una sola conexión directa al Mychron, que conecta al cable de la bujía, para medir el pulso de la chispa ya que está directamente relacionado con las RPM. Puede ser adaptado a motores monocilíndricos de 2 o 4 tiempos.

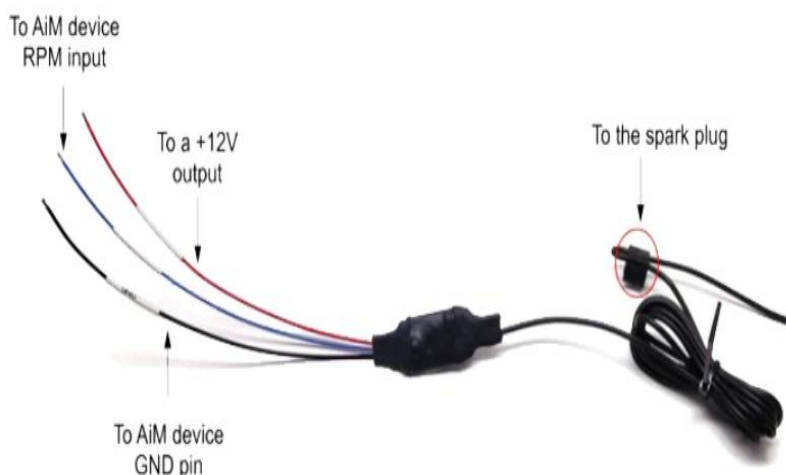


Figura 1.10 Cable de señal rpm.

Fuente: (AimShop, 2022)

Dentro del cable de bujía circula una corriente por cada ciclo de compresión, que a su vez lo que hace es inducir una corriente en el sensor, entre más rápido gire el motor la amplitud de esta señal será menor, de voltaje de esta manera podremos determinar qué tan rápido gira el motor.

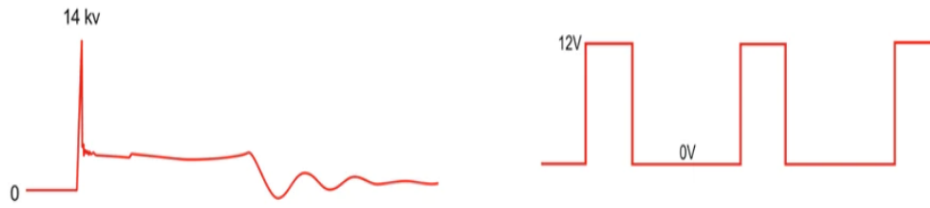


Figura 1.11 Señales características de un sensor de rpm tipo inductivo.

Fuente: (AimShop, 2022)

Hemos tomado en cuenta este sensor ya que nos proporciona una referencia de las revoluciones a las que se encuentra el motor, lo cual nos ayudara en la pista a mantener el motor a un margen de revoluciones en el cual obtengamos el mejor torque y potencia, gracias a la curva de potencia y par determinada por el fabricante del motor.

1.4.5. Temperaturas de los neumáticos.

Los sensores de temperatura de los neumáticos para un Gokart, son diseñados para medir la temperatura específicamente de la superficie de los neumáticos, brindando información importante sobre el aprovechamiento de los neumáticos en base al comportamiento del conductor. El kit de sensores que nos facilitara la toma de datos incluye cuatro sensores y un dispositivo controlador de temperatura por infrarrojos. Los datos obtenidos se mostrarán y almacenara para un posterior análisis en el caso que se lo requiera.



Figura 1.12 Kit de sensores de temperatura adaptable al Mychron 5s

Fuente: (Acceleratio karting, 2022)

Tabla 1 Características de los sensores de los neumáticos

Fuente: (Autores).

Características de los sensores	
Campo de visión	35°
Medición de temperatura.	-20°C a 120°C
Señal de salida	0-5 V.

1.4.6. Comunicación.

La comunicación es muy importante, ya que nos permite enviar y recibir información, también nos permite expresar nuestros pensamientos. En competencia es muy importante informar de lo que sucede en la pista, de problemas presentes en el motor, sistema de frenos o fallas en la conducción, lo cual ayudara a minimizar riesgos de accidentes y así poder aumentar nuestro rendimiento.

En toda conversación se encuentran presentes distintos elementos que la componen y se detallan a continuación para obtener un contexto más amplio que nos ayudara más adelante.

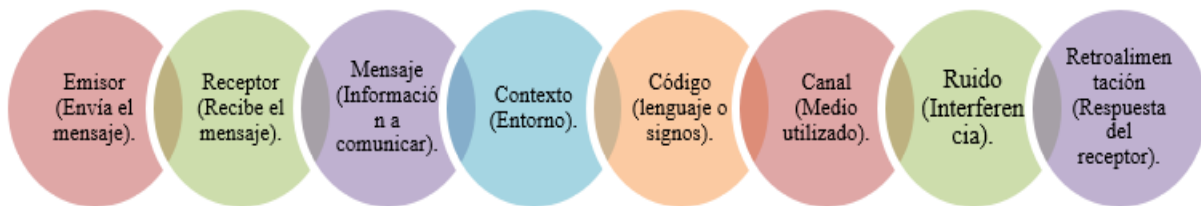


Figura 1.13 Elementos a tomar en consideración dentro de una comunicación.

Fuente: (Autores).

De igual manera existen diversos tipos de comunicación, entre los cuales resaltaremos 7 tipos que consideramos los más importantes.

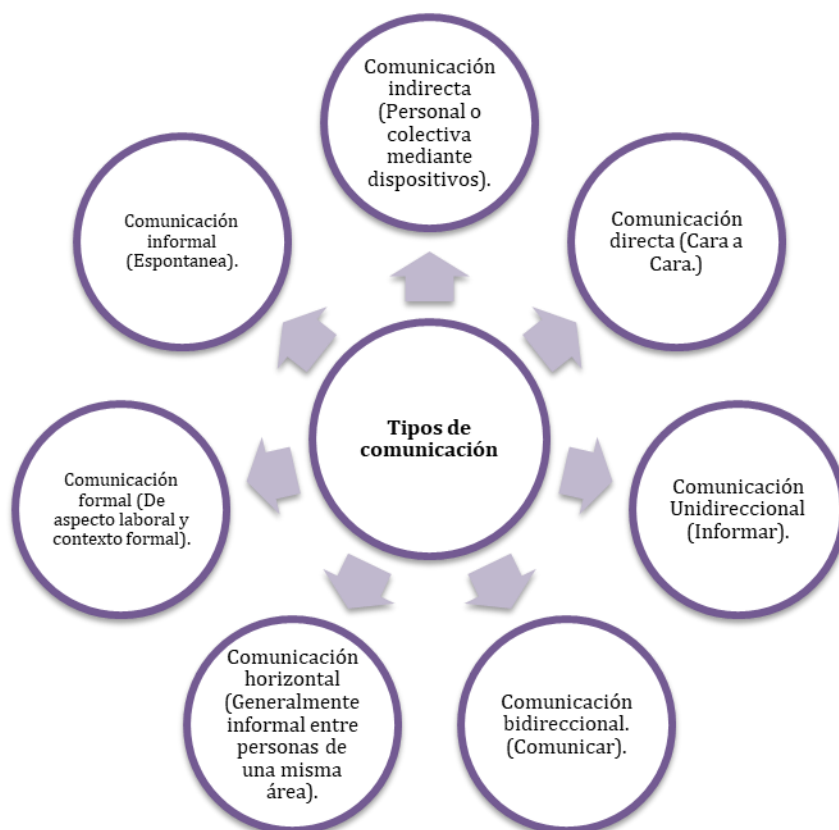


Figura 1.14 Tipos de comunicación
Fuente: (Autores)

Dentro de los tipos anteriormente mencionados ocuparemos la comunicación indirecta ya que, si bien será bidireccional, el canal por el cual se enviará el mensaje será un dispositivo inalámbrico el cual funcionara con ayuda de radiofrecuencia, a través del cual podrán intercambiar ideas el piloto con el grupo.

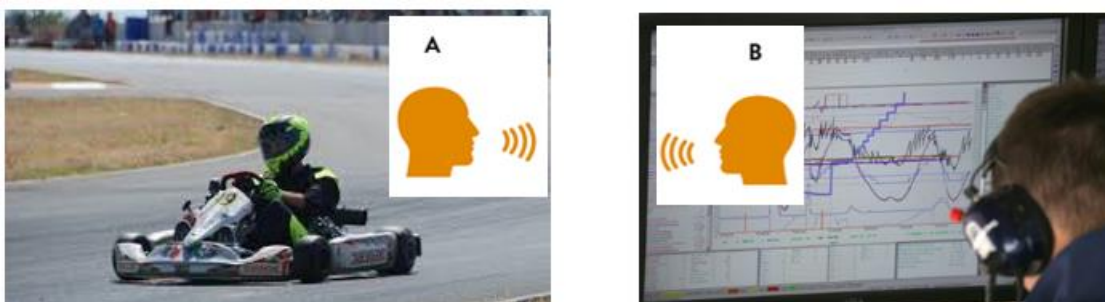


Figura 1.15 Representación de la comunicación que se empleara
Fuente: (Heras, 2020)

Para poder implementar la comunicación a distancia se realizará una adaptación al casco que llevara el piloto el cual estará equipado con un micrófono y auriculares para escuchar y responder presionando un botón el cual se encontrara en el volante. El equipo usara un Walkie Talkie sintonizado a la frecuencia del casco para enlazar la comunicación.

1.5. Mychron.

1.5.1. Unidad de control

Para nuestro análisis. La recolección y retransmisión de datos lo haremos a través del uso del Mychron 5s, es un dispositivo el cual se instala en el volante del Gokart y funciona de manera inalámbrica gracias a sus baterías por lo cual facilita su instalación.



*Figura 1.16 Mychron 5s en funcionamiento.
Fuente: (DMK racing, 2009)*

Puede enviar datos de manera remota tanto de la velocidad, rpm, tiempos por vuelta, etc. También podemos configurar alarmas para encender o apagar dependiendo de los valores críticos que seleccionemos. Para ello lo conectaremos mediante una conexión inalámbrica mediante una computadora en la cual descargaremos los datos que nos envíe el Mychron.



Figura 1.17 Configuración Wifi del Mychron 5s

Fuente: (DMK racing, 2009)

Para configurar el Mychron a la computadora se deben seguir una serie de pasos, Para conectarlo como un punto de acceso (AP) a la computadora iremos a la sección de configuración en el Mychron y en conexión crearemos una red wifi, que será a la cual conectaremos nuestra computadora.



Figura 1.18 Autenticación Wifi del Mychron 5s.

Fuente: (DMK racing, 2009)

Posterior a ellos descargaremos los datos que obtuvo el Mychron en la posta y los analizaremos para encontrar falencias y poder mejorar y optimizar nuestro vehículo, como: tablas, gráficos e histogramas lo ayudarán para ayudarnos a comprender nuestro rendimiento y de esta manera descubrir falencias o parámetros en los cuales podríamos mejorar.

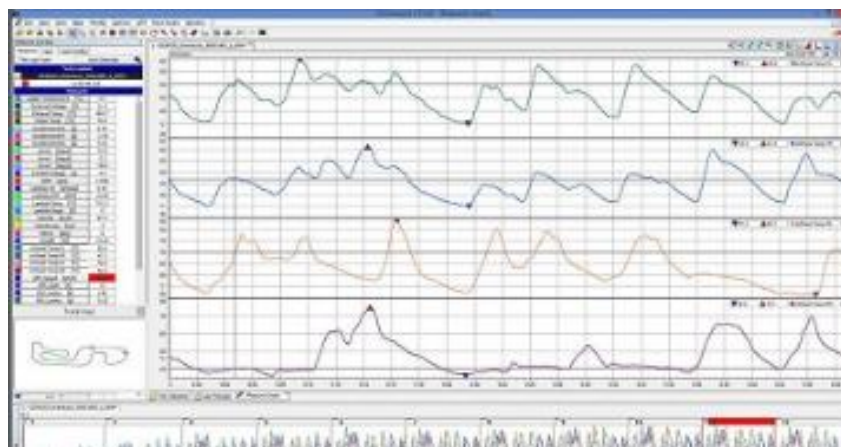


Figura 1.19 Señales que emiten los diferentes sensores durante una carrera.

Fuente: (Acceleratio karting, 2022)

Tabla 2 Especificaciones del Mychron 5s

Fuente: (Autores).

Especificaciones del Mychron 5s	
GPS Integrado	10 Hz GPS + Glonass Constellations
RPM	Hasta 25.000 RPM
Temperatura	Termopar / Termorresistencia
Tiempo por vuelta	Basado en GPS (incluido); Receptor óptico o magnético
Batería	Recargable de 3 amperios de iones de litio
Duración batería	Hasta 10 horas
Cargador batería	Incluido
Cuerpo	Fibra de vidrio de nylon
Dimensiones	137x88x30mm
Peso	390g batería incluida
Software de análisis	RaceStudio de descarga gratuita
Conexión WIFI a PC	Si
Memoria	4 Gb - más de 3.000 horas de registro continuo
Resolución de Display	268x128 pxl Multicolor
Contraluz	Multicolor
Alarmas	2 LED RGB libremente configurables
Luces de cambio	5 LED RGB libremente configurables

Como ya lo especificamos anteriormente el Mychron cuenta con sensores propios que miden tanto la distancia como velocidad, pero además podemos conectar sensores externos de los cuales nos interese obtener información, para ello el Mychron cuenta con salidas externas en la parte posterior que será donde conectaremos las salidas de nuestros sensores, en este caso serán: el sensor de temperatura, y los sensores que nos ayudaran a medir la temperatura de los cuatro neumáticos, lo cual no ayudara para corregir falencias en tiempo real que pudiesen afectar el rendimiento del vehículo. A parte de estos parámetros el Mychron también posee accesorios que se pueden conectar tales como:

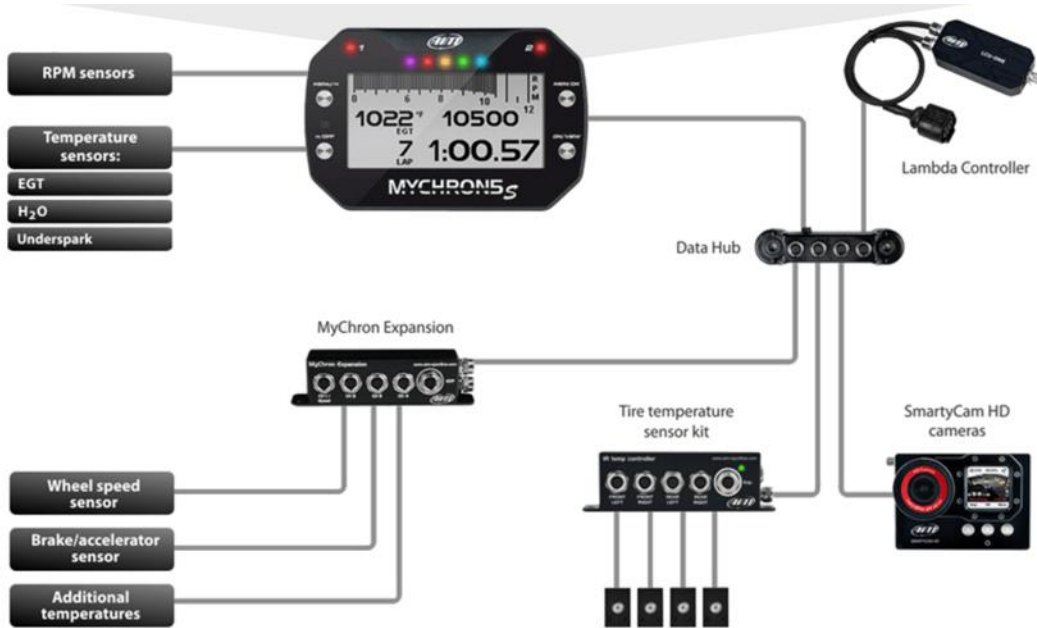


Figura 1.20 Accesorios disponibles para el Mychron 5s.
Fuente: (DMK racing, 2009)

1.5.2. Lcu-uno can

Es un controlador Lambda LCU-One que básicamente sirve para optimizar la carburación del motor.



Figura 1.21 Controlador Lambda para el Mychron 5s
Fuente: (DMK racing, 2009)

1.5.3. SmartyCam

La cámara a bordo SmartyCam, nos sirve para la grabación profesional de las carreras, con sus datos en tiempo real superpuestos en videos.



Figura 1.22 SmartyCam adaptable para el Mychron 5s.
Fuente: (DMK racing, 2009)

1.5.4. Expansión Mychron 5s

El multiplicador de canales, para comprobar cuándo frenas y aceleras, así como el comportamiento de Power Valve.



Figura 1.23 Expansor del Mychron 5s.
Fuente: (DMK racing, 2009)

1.5.5. Controlador de temperatura infrarrojo

Este es un accesorio nos permite conectar sensores de temperatura de neumáticos a Mychron 5s.



Figura 1.24 Controlador de temperatura infrarrojo.
Fuente: (DMK racing, 2009)

1.5.6. Centro de datos

El multiplicador de conexión CAN funciona como interfaz entre Mychron 5s y sus equipos periféricos.



Figura 1.25 Multiplicador de conexión CAN.

Fuente: (DMK racing, 2009)

1.5.7. Pinería del Mychron 5s

Para el correcto funcionamiento del Mychron 5s es indispensable contar con entradas o conectores que nos brinde la facilidad de conectar accesorios, sensores o instrumentos que nos ayude con la obtención de datos, es por ello que el Mychron 5s dispone de tres conectores denominados Temp, Lap y Exp/Pc.

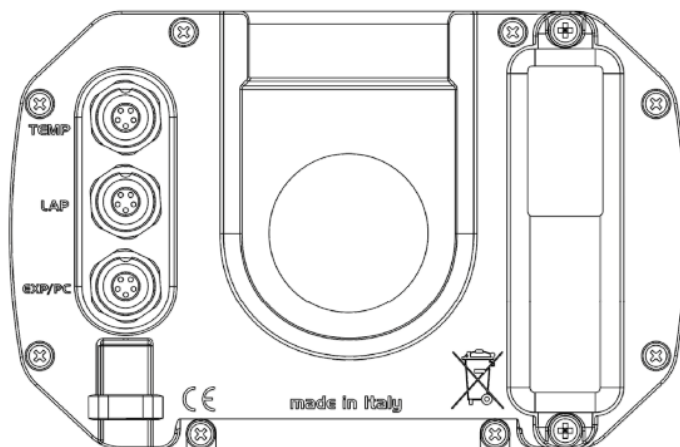


Figura 1.26 Entradas y salidas del Mychron 5s.

Fuente: (Aim, s.f.)

Tabla 3 Especificación de los puertos del Mychron 5s**Fuente:** (Autores)

TEMP	LAP	EXP / PC
Carpeta de 3 pines 712 Conector hembra (vista externa)	Carpeta de 4 pines 712 Conector hembra (vista externa)	Carpeta de 5 pines 712 Conector hembra (vista externa)
		
1. Par termoelectrico 2. Tierra, GND 3. Termistor	1. Vuelta magnética 2. Tierra, GND 3. -+ batería 4. - vuelta óptica	1. - CAN + EXP 2. Tierra, GND 3. -+ Vbout CAN 4. -CAN – Exp4-+ 5. Vbext 5.CAN

1.6. GoKarts.

El primer kart comercial fue construido en agosto de 1956 por Arte Ingels en California con un motor corta-césped de la West Bend Company (1911- 2003), una compañía establecida en West Bend (Wisconsin). Muy pronto el karting se fue consolidando en otras bases de los Estados Unidos y comenzaron las primeras competiciones "salvajes". Los Gokarts fueron superando aquellos 50 km/h y rápidamente se incorporaron muchas mejoras técnicas. El karting se convirtió en una nueva disciplina deportiva del automovilismo.

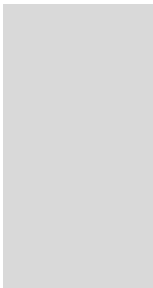
**Figura 1.27** Primeras carreras de los Kart**Fuente:** (Karting, 2019)

En los años 60 este deporte se introdujo en Europa a través de Francia e Inglaterra, y se creaban numerosas federaciones nacionales por todo el mundo. Para aglutinar este proceso

federativo, la Federación Internacional de Automovilismo decidía crear en 1962 la Comisión Internacional de Karting (CIK/FIA). Mientras que los 70 fueron primordiales para el nacimiento del karting en España, de la mano del entrañable Jorge Fuentes y de otros jóvenes apasionados. Jóvenes pilotos como Ayrton Senna, Alain Prost o Riccardo Patrese, comenzarían así a recibir sus clases prácticas en sus competiciones.



Figura 1.28. *Carreas oficiales de los karts en los años 80.*
Fuente: (Karting, 2019)



CAPÍTULO 2: Reacondicionamiento del vehículo de competencia.

2.1. Diagnóstico visual del vehículo de competencia

Para disponer de un Gokart que pueda operar de manera satisfactoria dentro y fuera de una pista, es necesario realizar un diagnóstico visual y un mantenimiento conforme lo requiera el vehículo, es por ello que observamos el estado del motor, suspensión, cableado, del vehículo en general en busca de imperfecciones o elementos que se puedan encontrar en mal estado.

El diagnostico para las diferentes partes del Gokart, es una evaluación que se realiza para disponer de información relevante sobre su estado de funcionamiento indispensable para la toma de datos. Se tiene que tomar en cuenta y revisar diferentes aspectos de funcionalidad de sus sistemas auxiliares.

Para una mejor comprensión del diagnóstico que se efectuara al motor, se presentara un flujograma en donde analizaremos las acciones que tendremos que tomar en cuenta al realizar nuestra revisión, considerando posibles fallos que se puedan presentar y sus respectivas alternativas en el caso de no aprobar satisfactoriamente lo previsto.



Figura 2.1 Diagrama de flujo del diagnóstico del motor Honda

Fuente: (Autores).

Tabla 4 Inspección visual del estado del motor estacionario Honda.

Fuente: (Autores)

INSPECCIÓN VISUAL DE LOS ELEMENTOS DEL MOTOR.			
Elementos	Estado	Ilustración	Observaciones
Cadena	Malo	 Figura 2.2 Estado de la cadena del motor Honda Fuente: (Autores).	➤ Presencia de oxido ➤ Destemplada
Filtro	Malo	 Figura 2.3 Estado del filtro del motor Honda Fuente: (Autores).	➤ En mal estado y sucio
Embrague	Regular	 Figura 2.4 Estado del embrague del motor Honda Fuente: (Autores).	➤ Requerimiento de limpieza ➤ Mantenimiento
Bujía	Regular	 Figura 2.5 Estado de la bujía del motor Honda Fuente: (Autores).	➤ Sin calibración ➤ Requerimiento de limpieza

Carburador	Regular	 Figura 2.6 Estado del carburador del motor Honda Fuente: (Autores).	➤ Requerimiento de limpieza
Tanque de combustible	Regular	 Figura 2.7 Estado del tanque de combustible del motor Honda Fuente: (Autores).	➤ Requerimiento de limpieza ➤ Deteriorado
Recomendaciones generales		Se recomienda realizar el cambio de aceite y reemplazar elementos que se encuentren en mal estado para evitar posibles inconvenientes en un futuro.	

Tabla 5 Inspección visual del sistema eléctrico del Gokart
Fuente: (Autores).

INSPECCIÓN VISUAL DEL SISTEMA ELÉCTRICO DEL GOKART			
Elementos	Estado	Ilustración	Observaciones
Cable de bujía	Bueno	 Figura 2.8 Estado del cable de bujía del motor Honda Fuente: (Autores).	➤ Requerimiento de limpieza
Cableado del motor	Bueno	 Figura 2.9 Estado del cableado del motor. Fuente: (Autores).	➤ Reacondicionamiento del cable de señal para rpm ➤ Requerimiento de limpieza y mantenimiento

Tabla 6 Inspección de la suspensión del Gokart.

Fuente: (Autores)

INSPECCIÓN DE LA SUSPENSIÓN DEL GOKART			
Elementos	Estado	Ilustración	Observaciones
Rodamientos, (Chumaceras)	Regular	 Figura 2.10 Estado de los rodamientos del Gokart Fuente: (Autores).	➤ Requerimiento de limpieza y lubricación.
Rotulas	Regular	 Figura 2.11 Estado de las rótulas dentro del Gokart Fuente: (Autores).	➤ Requerimiento de limpieza y lubricación.
Chasis	Regular	 Figura 2.12 Estado del chasis del Gokart Fuente: (Autores).	➤ Requerimiento de limpieza y alineación ➤ Corrección de fallas

Tabla 7 Inspección del estado del Gokart.

Fuente: (Autores).

INSPECCIÓN DEL ESTADO DEL GOKART			
Elementos	Estado	Ilustración	Observaciones

Asiento	Malo	 Figura 2.13 Estado del asiento del Gokart Fuente: (Autores).	➤ Requerimiento de limpieza ➤ Descuadrado y deteriorado
Cable de freno y pastillas	Regular	 Figura 2.14 Estado de las pastillas de freno del Gokart Fuente: (Autores).	➤ Cables deteriorados ➤ Falta de calibración
Carrocería Plástica	Regular	 Figura 2.15 Estado de la carrocería del Gokart Fuente: (Autores).	➤ Requerimiento de limpieza ➤ Inestables ➤ Pegatinas alzadas
Catalina	Malo	 Figura 2.16 Estado de la catalina del Gokart Fuente: (Autores).	➤ Deteriorada ➤ Dientes en mal estado
Base	Regular	 Figura 2.17 Estado de la base del Gokart Fuente: (Autores).	➤ Requerimiento de limpieza y aplanamiento necesario.

2.2. Mantenimiento del Gokart

El mantenimiento básico consiste en mantener y preservar el correcto funcionamiento de cualquier mecanismo, ya sea de una maquina industrial, agrícola, artesanal o automotriz. El mantenimiento preventivo asegura mantener la máxima eficiencia y reducir los tiempos de parada por cada servicio.

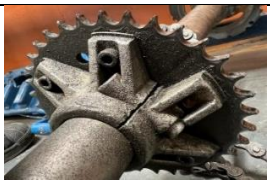
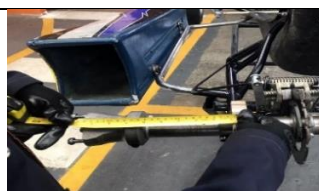
Dentro de lo que cabe en el mantenimiento automotriz existen dos tipos principales a destacar, el mantenimiento preventivo o primario y el correctivo. El mantenimiento preventivo nos ayuda a mantener el vehículo funcionando correctamente a lo largo de su vida útil y extender la misma sin embargo implica mayores costos ya que se remplazan piezas mucho antes de que necesiten un remplazo, sin embargo, nos ayuda a reducir los tiempos de parada por cada servicio. Por otra parte, el mantenimiento correctivo es más económico ya que trata de corregir deficiencias que encontremos en el vehículo, aunque los tiempos de parada hasta corregir el funcionamiento del vehículo son mayores.

Seleccionar correctamente el tipo de mantenimiento que brindaremos a cualquier vehículo o maquinaria, nos ayudara a ahorrar costos a lo largo de su vida útil, para de esta manera racionalizar los recursos, mano de obra e insumos.

Para nuestro caso de estudio se va a realizar un mantenimiento general en el cual realizaremos comprobaciones basándonos en el manual de taller para su respectivo desmontaje y ensamble, así como también se establecerán las tolerancias correspondientes de acuerdo a lo establecido en guías de mantenimiento considerando reemplazar elementos que no se encuentren en óptimas condiciones para su buen funcionamiento.

Tabla 8 Mantenimiento del Gokart

Fuente: (Autores).

PIEZA	ILUSTRACIÓN	MANTENIMIENTO	ILUSTRACIÓN
Frenos	 Figura 2.18 Estado de los frenos antes del mantenimiento Fuente: (Autores).	Calibración y limpieza Se procede a desmontar dos pernos laterales para extraer el conjunto y limpiar, la calibración se realiza desde el pedal tensando el cable.	 Figura 2.19 Estado de los frenos después del mantenimiento Fuente: (Autores).
Catalina	 Figura 2.20 Estado de la catalina antes del mantenimiento Fuente: (Autores).	Reemplazo Para extraer el conjunto se retira el eje del kart y se desmonta el rodamiento y soporte de la rueda para extraer la catalina se reemplaza y se coloca la nueva.	 Figura 2.21 Estado de la catalina después del mantenimiento Fuente: (Autores).
Cadena	 Figura 2.22 Estado de la cadena antes del mantenimiento Fuente: (Autores).	Ajuste, limpieza y lubricación. Para limpiar la cadena ocuparemos un limpiador en spray y un lubricante WD40. Para tensar se aflojan las bases del motor y se desliza al lado contrario al eje.	 Figura 2.23 Estado de la cadena después del mantenimiento Fuente: (Autores).
Eje trasero	 Figura 2.24 Estado del Eje posterior antes del mantenimiento Fuente: (Autores).	Centrado y limpieza. Se limpia con un limpiador multiuso en spray y se seca, para centrar tomamos en cuenta que tenga las mismas dimensiones desde la punta del eje donde sujeta el aro hasta la base del rodamiento.	 Figura 2.25 Estado del Eje posterior después del mantenimiento Fuente: (Autores).

Mangueta	 Figura 2.26 Estado de la Mangueta antes del mantenimiento Fuente: (Autores).	Calibración y limpieza. Se retira del vehículo aflojando los dos pernos que la sujetan, se limpia con gasolina, se lubrica y se calibra mediante el terminal para centrar el eje y la rueda quede paralela a la posterior.	 Figura 2.27 Estado de la mangueta después del mantenimiento Fuente: (Autores).
Pontones laterales	 Figura 2.28 Estado de los pontones laterales antes del mantenimiento Fuente: (Autores).	Limpieza. Se retiran del vehículo aflojando dos tornillos que sujetan los pontones y se limpian con desengrasante y un paño húmedo.	 Figura 2.29 Estado de los pontones laterales después del mantenimiento Fuente: (Autores).
Spoiler	 Figura 2.30 Estado del pontón frontal antes el mantenimiento Fuente: (Autores).	Limpieza y reparación. Se retira del vehículo aflojando 3 pernos que lo sostienen, al retirarlo observamos que estaba fisurado por lo que se colocó silicón y relleno, se ajustó con pernos nuevos para tener una mejor sujeción.	 Figura 2.31 Estado del pontón frontal después del mantenimiento Fuente: (Autores).
Aros y rodamientos	 Figura 2.32 Estado de los aros y neumáticos antes del mantenimiento Fuente: (Autores).	Limpieza y engrasado. Una vez retirada la rueda del eje se retira con la prensa el rodamiento para limpiar con desengrasante y engrasar el rodamiento, se lo coloca nuevamente mediante la prensa y por último se monta en el kart.	 Figura 2.33 Estado de los aros y neumáticos después del mantenimiento Fuente: (Autores).

Sistema de admisión de aire	 Figura 2.34 Estado del filtro de admisión antes del mantenimiento Fuente: (Autores).	Limpieza Se extrae del carburador aflojando la tapa superior y se limpia con desengrasante y un paño seco.	 Figura 2.35 Estado del filtro de admisión después del mantenimiento Fuente: (Autores).
Carburador	 Figura 2.36 Estado del carburador antes del mantenimiento Fuente: (Autores).	Limpieza y calibración. Para retirar el carburador se retiran dos pernos que lo sujetan y la manguera de entrada de gasolina, se limpia con limpiacarburos y se calibra revisando el chicle sea el adecuado, y manteniendo las palancas de pase de aire-gasolina en una posición intermedia.	 Figura 2.37 Estado del carburador después del mantenimiento Fuente: (Autores).
Bujía	 Figura 2.38 Estado de la bujía antes del mantenimiento Fuente: (Autores).	Limpieza y calibración. Se retira del cabezote y se limpia con un cepillo de cerdas de acero y un desengrasante, posterior a ella se calibra con un gauge a 0.7-0.8 mm como lo especifica el fabricante. Utilizando la Bujía BPR 6ES	 Figura 2.39 Estado de la bujía después del mantenimiento Fuente: (Autores).
Embrague	 Figura 2.40 Estado del embrague antes del mantenimiento Fuente: (Autores).	Limpieza y calibración. Se retira el perno que retiene la catalina y se accede al embrague, se revisa su estado, se limpia con aire y un paño, la calibración consiste en revisar el juego radial que existe en el buje que soporta el embrague, posterior se ensambla nuevamente y se procede a dar un torque de 75 N.m.	 Figura 2.41 Estado del embrague después del mantenimiento Fuente: (Autores).

Polea	 Figura 2.42 Estado de la polea antes del mantenimiento Fuente: (Autores).	Limpieza. Se retira los pernos que sostiene la porta polea y se limpia con un desengrasante y aire a presión, se seca con un paño seco. Posterior se ensambla nuevamente,	 Figura 2.43 Estado de la polea después del mantenimiento Fuente: (Autores).
Motor	 Figura 2.44 Estado del motor antes del mantenimiento Fuente: (Autores).	Cambio de aceite y limpieza. Para limpiar el motor debido a derrames de aceite y el uso normal utilizamos un desengrasante y aire a presión, luego se limpia con un paño seco y aire.	 Figura 2.45 Estado del motor después del mantenimiento Fuente: (Autores).
Tanque de combustible	 Figura 2.46 Estado del tanque de combustible antes del mantenimiento Fuente: (Autores).	Limpieza. Para realizar la limpieza del tanque de combustible se empezó desmontando los pernos que le ajustan al motor de dos tiempos para después desconectar las cañerías que conectan el tanque con el carburador, facilitando así el desmontaje del tanque. Se limpia mediante aire y gasolina a presión, luego se sacude la gasolina residual del interior extrayendo así toda la suciedad.	 Figura 2.47 Estado del tanque de combustible después del mantenimiento Fuente: (Autores).

2.3. Adaptación de los sensores en el vehículo y comprobación de su funcionamiento.

2.3.1 Diseño y fabricación de las bases para los sensores.

Para poder adquirir información de los diferentes parámetros establecidos con anterioridad, es necesario la implementación de bases metálicas que nos ayuden con la fijación de los sensores. Por ello se parte de la creación de diseños creados en el programa Inventor, considerando que este

es un programa que nos impulsa a la creatividad de los diferentes equipos que poseen las avanzadas características de automatización, colaboración y sobre todo aprendizaje del software Inventor.

La gran mayoría de los ingenieros, los arquitectos y sobre todo los profesionales en construcción utilizan programas como AutoCAD e Inventor considerando que en estos se puede:

- Dibujar y anotar
- Automatizar tareas
- Crear un espacio de trabajo personalizado

A partir de esto, con la ayuda de un flexómetro se procedió a tomar medidas de las diferentes partes del Gokart, considerando el lugar en donde van a ir los sensores para que así se nos facilite la creación del diseño en el software.



Figura 2.48 Medición de la parte frontal derecha
Fuente: (Autores).



Figura 2.49 Medición de la parte frontal izquierda
Fuente: (Autores).

Una vez obtenido las medidas necesarias, se procede a la creación del diseño en Inventor, partimos primero creando un boceto en líneas el cual después será modificado y extruido, creado así un modelo en 3D para obtener una mejor perspectiva de como quedaran las bases una vez realizadas de manera física.

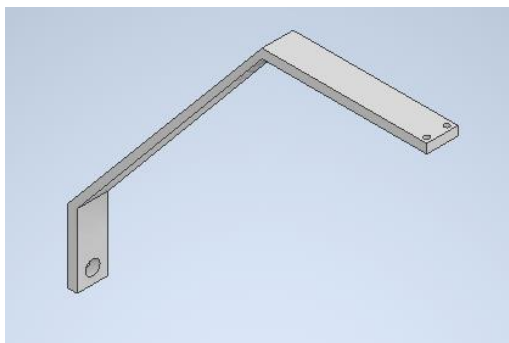


Figura 2.50 Diseño de la base posterior izquierda (Anexo A)
Fuente: (Autores).

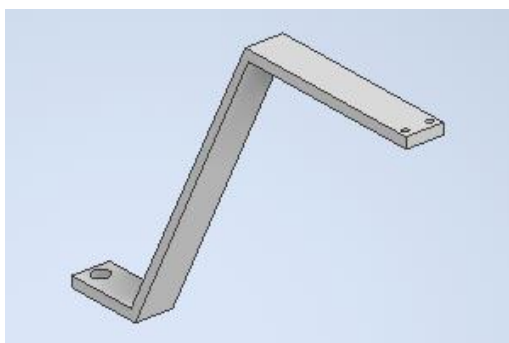


Figura 2.51 Diseño de la base delantera (Anexo B)
Fuente: (Autores).

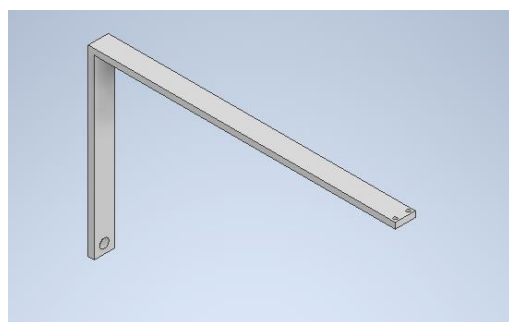


Figura 2.52 Diseño de la base posterior derecha (Anexo C)
Fuente: (Autores).

Para la creación de las bases partió de un Acero laminado (calidad ASTM A36) con formato de 1 metro por 5 cm de ancho y 5 mm de espesor, la cual se procedió a cortar de acuerdo a las medidas establecidas en los planos realizados con la ayuda de una cortadora radial. Posteriormente con la ayuda de una dobladora se dio el ángulo requerido para su respectivo montaje en el Gokart.



Figura 2.53 Bases terminadas para el montaje de los sensores

Fuente: (Autores).

2.3.2 Adaptación e implementación del sensor de temperatura del motor.

La temperatura es la energía interna de un sistema asociado al movimiento de las partículas, también conocida como calor, por ende, en la actualidad existen diversas formas que nos facilitan la medición de la temperatura, dentro de los cuales contamos con termocuplas, termistores, termorresistencias y diodos.

Considerando que una termocupla consiste en la unión de dos extremos de cable formados por distinto material que poseen una polaridad distinta entre ellos, la cual crea un circuito cerrado por el cual circulara corriente que hace referencia al valor de temperatura medido, consolidándose así la más accesible para el estudio a realizar.

Dentro de las termocuplas podemos encontrar distintos tipos como se muestra a continuación.

Calibración	Elemento Positivo	Elemento Negativo	Rango de temperatura habitual	Línea de error estándar (elija la más grande)	Línea de error especial (elija la más grande)
Tipo T	Cobre	Constantan	-200°C~0°C	+/-1°C ou +/-1,5%	--/--
Tipo T	Cobre	Constantan	0°C~370°C	+/-1°C ou +/-0,75%	+/-0,5°C ou +/-0,4%
Tipo J	Hierro	Constantan	0°C~760°C	+/-2,2°C ou +/-0,75%	+/-1,1°C ou +/-0,4%
Tipo E	Cromel	Constantan	0°C~870°C	+/-1,7°C ou +/- 0,5%	+/-1,0°C ou +/-0,4%
Tipo K	Cromel	Alumel	0°C~1260°C	+/-2,2°C ou +/- 0,75%	+/-1,1°C ou +/-0,4%
Tipo N	Nicrosil	Nisil	0°C~1260°C	+/-2,2°C ou +/- 0,75%	+/-1,1°C ou +/-0,4%
Tipo S	90% Platino / 10% Rhinate	Pt 100%	0°C~1480°C	+/-1,5°C ou +/- 0,25%	+/-0,6°C ou +/-0,1%
Tipo R	87% Platino / 13% Rhinate	Pt 100%	0°C~1480°C	+/- 1,5°C ou +/- 0,25%	+/-0,6°C ou +/-0,1%
Tipo B	70% Platino / 30% Rhinate	94% Platino / 06% Rhinate	870°C~1700°C	+/- 0,5%	+/-0,25%

Figura 2.54 Tipos de termistores

Fuente: (Nunes, s.f.)

Para nuestro caso de estudio utilizaremos una termocupla tipo K (Cromo vs Aluminio) ya que son muy comunes, económicas y de fácil instalación, por ende, para la implementación en el vehículo necesitamos un sensor el cual no sea oxidante y sea flexible.

En la creación de nuestra termocupla se consideró tomar en cuenta, cable térmico, terminales tipo ojo y un acople de tres pines para conectar directamente al Mychron.



Figura 2.55 Materiales utilizados para la creación de la termocupla

Fuente: (Autores).

Comenzamos acoplando el terminal tipo ojo a uno de los extremos del cable térmico, el mismo que se montará dentro de la bujía del motor para obtener la temperatura del cabezote, en el otro extremo se adjuntará el terminal de tres pines respetando la polaridad del cable térmico, cabe recalcar que nuestro cable térmico cuenta con un recubrimiento de malla metálica la cual nos ayudará a resistir temperaturas de hasta 400 grados centígrados según el fabricante.



Figura 2.56 Termistor instalado en la bujía del Gokart
Fuente: (Autores).



Figura 2.57 Termistor instalado en el motor
Fuente: (Autores).

2.3.3 Implementación de los sensores de temperatura de los neumáticos.

Los sensores de temperatura de los neumáticos Gokart están especialmente diseñados para medir la temperatura de la superficie del neumático, lo que puede proporcionar información importante sobre el rendimiento del neumático en función del comportamiento del conductor.

La temperatura en los neumáticos es relevante ya que se encuentra asociada directamente con el agarre en la pista, se los puede realizar mediante dos métodos. El primero consiste en la medición de la temperatura de la cubierta del neumático mediante sensores ópticos, y el segundo método consta de la implementación de sensores tipo válvula, siendo estos inalámbricos los cuales obtendrían la temperatura en el interior del neumático, así como su presión.

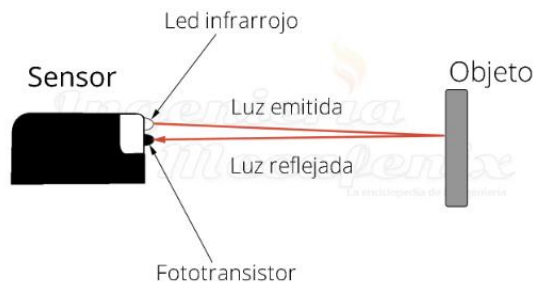


Figura 2.58 Principio de funcionamiento de sensor óptico
Fuente: (Ingeniería Mecafenix, 2018)



Figura 2.59 Sensor de presión y temperatura tipo válvula
Fuente: (Bartec Usa, s.f.)

Monitorear temperatura de los neumáticos es importante porque nos ayudará a obtener referencias del Grip (adherencia del neumático a la pista) que se tiene con referencia a la calzada, circular en pista con temperaturas bajas (30°C) reduce el agarre de los neumáticos obteniendo como consecuencia una conducción inestable y un bajo rendimiento, por ende, para evitar complicaciones y obtener un rendimiento favorable se recomienda temperaturas que superen los (40°C).

Para la obtención de datos optaremos por implementar sensores ópticos de la marca AIM los cuales emiten luz infrarroja hacia la banda de rodadura obteniendo su temperatura de manera eficaz y así enviar información directamente al Mychron para su posterior análisis en RaceStudio3.



Figura 2.60 Sensores ópticos con sus respectivas bases
Fuente: (Autores).

La implementación de los sensores comenzó por la instalación de las bases de los sensores al Gokart, ubicándolas de manera estratégica al chasis y manguetas del mismo, ajustándolas mediante pernos de una manera rígida para evitar posibles vibraciones excesivas que puedan ocasionar una medición errónea.



Figura 2.61 Sensor frontal izquierdo instalado
Fuente: (Autores).



Figura 2.62 Sensor posterior izquierdo instalado
Fuente: (Autores).

Considerando que la longitud de los cables es insuficiente para su conexión, fue necesario la utilización de extensiones, de 2 metros para la parte posterior y 1 metro para la parte frontal, los

cuales van acoplados ordenadamente a un expansor de neumáticos que recolecta todas las señales y las envía directamente al Mychron 5s, siendo esta alimentada directamente mediante 12v.



Figura 2.63 Acople de los sensores al extensor del Mychron
Fuente: (Autores).

A continuación, se observará de manera detallada el diagrama eléctrico referencial de la conexión.

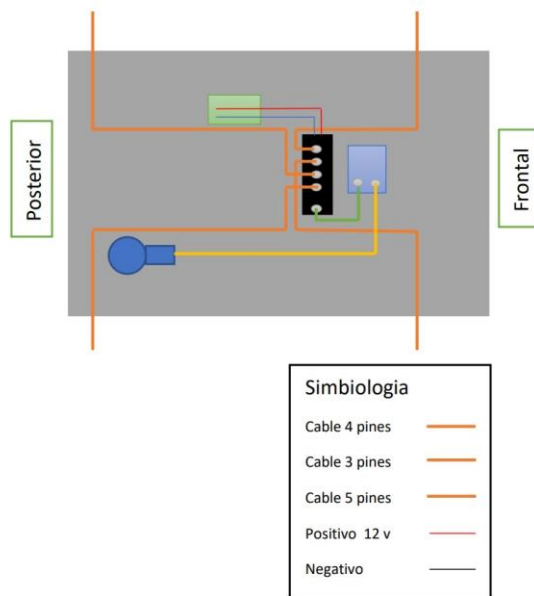


Figura 2.64 Diagrama eléctrico de la conexión de sensores
Fuente: (Autores).

2.3.4. Adaptación e implementación de la comunicación

La comunicación nos ayuda facilitando la coordinación en nuestras actividades, aumentando nuestra eficiencia, dentro de la pista es importante mantenerse al tanto de peligros o rendimiento del Gokart, por ello se decidió implementar el sistema de comunicación en el Gokart, el cual partió de un equipo que se comunica por radio frecuencia, cuyas especificaciones se describen a continuación.

Tabla 9 especificaciones técnicas del Walkie Talkie

Fuente: (Autores).

Rango de frecuencia	Frecuencia ultra elevada 400-470 MHz
Canales de memoria	16
Voltaje de operación	3.7 V DC
Estabilidad de frecuencia	±2.5 ppm
Temperatura de operación	-20 °C - + 50 °C
Modo de operación	Simplex
Impedancia de la antena	50 Ω
Potencia en RF	<5w
Desviación máxima (w/n)	≤5kHz/≤2.5kHz
Sensibilidad de modulación	8-12 mV
Corriente de transmisión	≤1.2 A



Figura 2.65 Intercomunicador Walkie Talkie

Fuente: (Importadora y distribuidora Monar, s.f.)

Para llevar a cabo nuestro proyecto se empezó adaptando y modificando los mandos de activación de voz al volante para facilitar su acceso y su rápida activación.

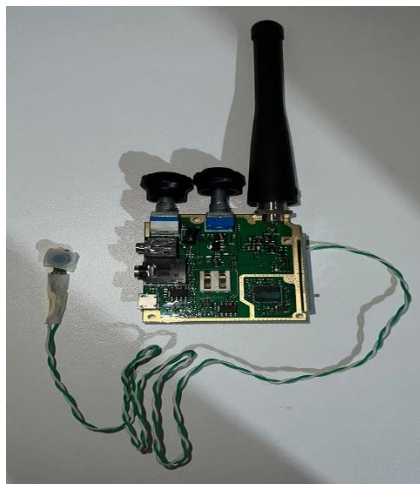


Figura 2.66 Pulsante instalado en la placa principal del Walkie Talkie
Fuente: (Autores).

Considerando la discreción de la comunicación dentro de las carreras colocaremos un par de salidas de audio dentro de la placa (Jack de 3.5 mm y 2.5 mm) reacondicionando así nuestro sistema de comunicación y facilitando su desmontaje y montaje en la unidad mediante aparatos auditivos acompañado de un micrófono.

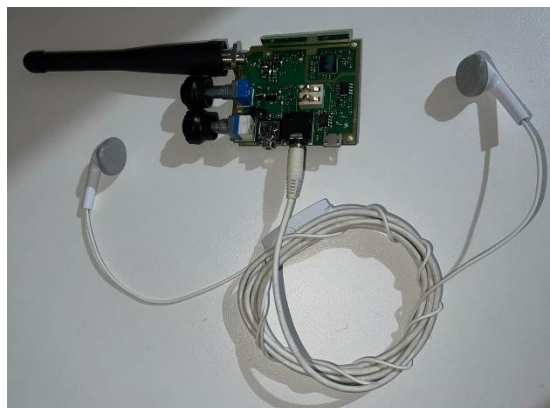


Figura 2.67 Auricular acoplado a la salida del Jack de 3.5 mm
Fuente: (Autores).

Previamente se tiene que sincronizar el mismo canal en ambos dispositivos para obtener una señal y por ende una comunicación estable y clara.



Figura 2.68 Canal de comunicación del Walkie Talkie
Fuente: (Autores).

2.3.5. Prueba de funcionamiento

Una vez ensamblado todos los sensores de temperatura se dio inicio a las pruebas de funcionamiento, las cuales se llevaron a cabo dentro de la Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca, específicamente en las canchas de básquet.

Antes de iniciar las pruebas se tiene que tomar en cuenta productos como WD-40 y Chain Guaro para lubricar las diferentes partes del Gokart para así evitar posibles fallas e inconvenientes antes, durante y después de las respectivas pruebas.



Figura 2.69 Lubricación del Gokart
Fuente: (Autores).

Para dar inicio a las pruebas y comprobar su correcta instalación, se procedió a delimitar las secciones por las cuales circulara el Gokart, obteniendo así nuestro circuito temporal mediante conos, cabe recalcar que nuestra pista contara con cuatro curvas con el mismo sentido de giro formando un ovalo.



Figura 2.70 Delimitación de la pista dentro de la Universidad Politécnica Salesiana
Fuente: (Autores).

Una vez establecida la pista se procedió a encender el vehículo corroborando la lectura correcta de los sensores en vivo la misma que nos reconfirma que todos los sensores fueron implementados de manera satisfactoria dentro del Gokart.

Live Measures

Download

WiFi and Properties

Settings

Tracks

Counters

Logo

Firmware

123

1%

mV

Master					
AccelerometerX	-0.18 g	GyroY	2.0 deg/s	MagnetomX	2008.0 mG
AccelerometerY	-0.14 g	GyroZ	-17.8 deg/s	MagnetomY	305.3 mG
AccelerometerZ	-1.00 g	RPM	4371 rpm	MagnetomZ	432.0 mG
GyroX	3.5 deg/s	Water Temp	49.4 C		
Calculated channels					
Lateral Grip	-11 #	Internal Battery	0 V		
GPS channels					
GPS - Altitude	2544.78 m	GPS - Pos Accuracy	0.48 m	GPS - Speed	21 km/h
GPS - Latitude	2.884816 S deg	GPS - Sat Number	15	iGPS	GPS Good
GPS - Longitude	78.989854 W deg	GPS - Spd Accuracy	0.1 m/s		
Lap channels					
Lap - Lap Number	0	Lap - Split Number	0	Lap Time	0:00.000
Lap - Run Number	140	Lap - Split Time	0:00.000		
- Serial 5800574					
Wheel Temp FL	44.3 C	Wheel Temp RL	42.4 C		
Wheel Temp FR	48.0 C	Wheel Temp RR	41.7 C		

Figura 2.71 Lectura de datos en vivo en el programa RaceStudio 3
Fuente: (Autores).

- Serial 5800574			
Wheel Temp FL	44.3 C	Wheel Temp RL	42.4 C
Wheel Temp FR	48.0 C	Wheel Temp RR	41.7 C

Figura 2.72 Lectura de la temperatura de los neumáticos

Fuente: (Autores).

Al obtener señales de los sensores instalados y los parámetros obtenidos por defecto se procedió a dar vueltas de prueba con el fin de obtener datos y verificar que no se pierda la conectividad del vehículo con el programa mencionado con anterioridad, una vez superado las pruebas de funcionamiento el vehículo está listo para la obtención de datos mientras este está en movimiento.



Figura 2.73 Prueba de conectividad y toma de datos

Fuente: (Autores).

CAPÍTULO 3: Pruebas y análisis de funcionamiento del sistema implementado en el Gokart

3.1. Comunicación directa con el Mychron

Para establecer una comunicación directa con Mychron a través de la computadora empezaremos directamente por colocar el mando de control como un punto de acceso, en el cual el dispositivo crea mediante Wifi una red denominada Mychron 5s a la cual conectaremos nuestro ordenador.



Figura 3.1 Conexión a la red AP del Mychron
Fuente: (Autores).

A continuación, se procede a abrir el programa RaceStudio 3 previamente instalado en el ordenador dentro del cual nos indicará una ventana de los dispositivos cercanos que tenemos, seleccionaremos Kart253.



Figura 3.2 Vinculación con el dispositivo kart 253

Fuente: (Autores).

Posteriormente nos arrojará una ventana con varias pestañas en la cual seleccionaremos Live Measures, la cual nos mostrará en tiempo real las diferentes señales obtenidas de los sensores que lleva instalado nuestro Gokart, en la que podremos observar de manera ordenada y detallada el comportamiento del vehículo.

Kart 253 (WiFi)																																																																							
Live Measures Download WiFi and Properties Settings Tracks Counters Logo Firmware																																																																							
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">Master</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>AccelerometerX</td> <td>-0.18 g</td> <td>GyroY</td> <td>2.0 deg/s</td> </tr> <tr> <td>AccelerometerY</td> <td>-0.14 g</td> <td>GyroZ</td> <td>-17.8 deg/s</td> </tr> <tr> <td>AccelerometerZ</td> <td>-1.00 g</td> <td>RPM</td> <td>4371 rpm</td> </tr> <tr> <td>GyroX</td> <td>3.5 deg/s</td> <td>Water Temp</td> <td>40.4 C</td> </tr> <tr> <td colspan="4">Calculated channels</td> </tr> <tr> <td>Lateral Grip</td> <td>-11 #</td> <td>Internal Battery</td> <td>0 V</td> </tr> <tr> <td colspan="4">GPS channels</td> </tr> <tr> <td>GPS - Altitude</td> <td>2544.78 m</td> <td>GPS - Pos Accuracy</td> <td>0.48 m</td> </tr> <tr> <td>GPS - Latitude</td> <td>2.884816 S deg</td> <td>GPS - Sat Number</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>GPS - Longitude</td> <td>78.969854 W deg</td> <td>GPS - Spd Accuracy</td> <td>0.1 m/s</td> </tr> <tr> <td colspan="4">Lap channels</td> </tr> <tr> <td>Lap - Lap Number</td> <td>0</td> <td>Lap - Split Number</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Lap - Run Number</td> <td>140</td> <td>Lap - Split Time</td> <td>0:00:000</td> </tr> <tr> <td colspan="4">- Serial 5800574</td> </tr> <tr> <td>Wheel Temp FL</td> <td>44.3 C</td> <td>Wheel Temp RL</td> <td>42.4 C</td> </tr> <tr> <td>Wheel Temp FR</td> <td>48.0 C</td> <td>Wheel Temp RR</td> <td>41.7 C</td> </tr> </tbody> </table>				Master				AccelerometerX	-0.18 g	GyroY	2.0 deg/s	AccelerometerY	-0.14 g	GyroZ	-17.8 deg/s	AccelerometerZ	-1.00 g	RPM	4371 rpm	GyroX	3.5 deg/s	Water Temp	40.4 C	Calculated channels				Lateral Grip	-11 #	Internal Battery	0 V	GPS channels				GPS - Altitude	2544.78 m	GPS - Pos Accuracy	0.48 m	GPS - Latitude	2.884816 S deg	GPS - Sat Number	15	GPS - Longitude	78.969854 W deg	GPS - Spd Accuracy	0.1 m/s	Lap channels				Lap - Lap Number	0	Lap - Split Number	0	Lap - Run Number	140	Lap - Split Time	0:00:000	- Serial 5800574				Wheel Temp FL	44.3 C	Wheel Temp RL	42.4 C	Wheel Temp FR	48.0 C	Wheel Temp RR	41.7 C
Master																																																																							
AccelerometerX	-0.18 g	GyroY	2.0 deg/s																																																																				
AccelerometerY	-0.14 g	GyroZ	-17.8 deg/s																																																																				
AccelerometerZ	-1.00 g	RPM	4371 rpm																																																																				
GyroX	3.5 deg/s	Water Temp	40.4 C																																																																				
Calculated channels																																																																							
Lateral Grip	-11 #	Internal Battery	0 V																																																																				
GPS channels																																																																							
GPS - Altitude	2544.78 m	GPS - Pos Accuracy	0.48 m																																																																				
GPS - Latitude	2.884816 S deg	GPS - Sat Number	15																																																																				
GPS - Longitude	78.969854 W deg	GPS - Spd Accuracy	0.1 m/s																																																																				
Lap channels																																																																							
Lap - Lap Number	0	Lap - Split Number	0																																																																				
Lap - Run Number	140	Lap - Split Time	0:00:000																																																																				
- Serial 5800574																																																																							
Wheel Temp FL	44.3 C	Wheel Temp RL	42.4 C																																																																				
Wheel Temp FR	48.0 C	Wheel Temp RR	41.7 C																																																																				

Figura 3.3 Pestaña Live Measures

Fuente: (Autores).

3.2. Análisis de datos en el RaceStudio 3

En cuanto los sistemas de adquisición de datos tenemos aquellos que muestran datos en la unidad de control del Gokart y por otra parte tenemos aquellos que se conectan de manera inalámbrica para la recolección de datos, o en su defecto se descargan los datos de la unidad de control posterior a una competencia para su respectivo análisis, lo que ayudara a mejorar el estilo de conducción reduciendo los tiempos por vuelta y obtener información de comportamiento del vehículo evitando posibles fallas del motor o del Gokart.

Para los análisis de datos contamos con dos plataformas, siendo RaceStudio 2 y RaceStudio 3 considerando para nuestro caso de estudio la segunda opción respectivamente, ya que nos permite visualizar la retransmisión de datos en vivo a la vez que guarda los datos dentro de la memoria para su posterior estudio, mostrándonos de una manera clara y concisa graficas comparativas del comportamiento de cada sensor previamente instalado en el Gokart.



Figura 3.4 *Incono del software para ordenador RaceStudio 3*

Fuente: (Autores).

Tomando en cuenta que en las carreras oficiales el promedio de vueltas oscila entre 15 a 20 vueltas, hemos decidido realizar una prueba dentro del circuito ovalado que consta de 18 vueltas, de esta manera obtenemos un resultado similar al que nos encontraremos en el caso que el vehículo se encontré en competencia.



Figura 3.5 Lectura del circuito dentro del Software

Fuente: (Autores).

3.2.1. Análisis de la Velocidad

La velocidad nos muestra de manera directa la unidad de control, así como el software gracias al GPS que tiene incorporado el Mychron 5s, por lo que podemos analizar directamente este parámetro respecto al número de vueltas realizadas en pista.

Tabla 10 Registro de velocidades respecto al número de vueltas

Fuente: (Autores).

Vuelta	Vel. Mínima (km)	Vel. Máxima (km)
1	20	32
2	25	37
3	25	33
4	23	36
5	26	35
6	26	39
7	25	35
8	24	33
9	25	37
10	22	32
11	26	33
12	25	34
13	24	36
14	22	33
15	23	36
16	23	32
17	26	34
18	21	37

Por ende, para el estudio se obtuvo tanto la velocidad máxima y mínima por cada vuelta, alcanzando así nuestra mejor velocidad en la vuelta 6, obteniendo una velocidad máxima de 39

km/h y una velocidad mínima de 26 km/h, por lo que se espera que en competencia el rendimiento no se encuentre por debajo de los parámetros que se hayan obtenido anteriormente.

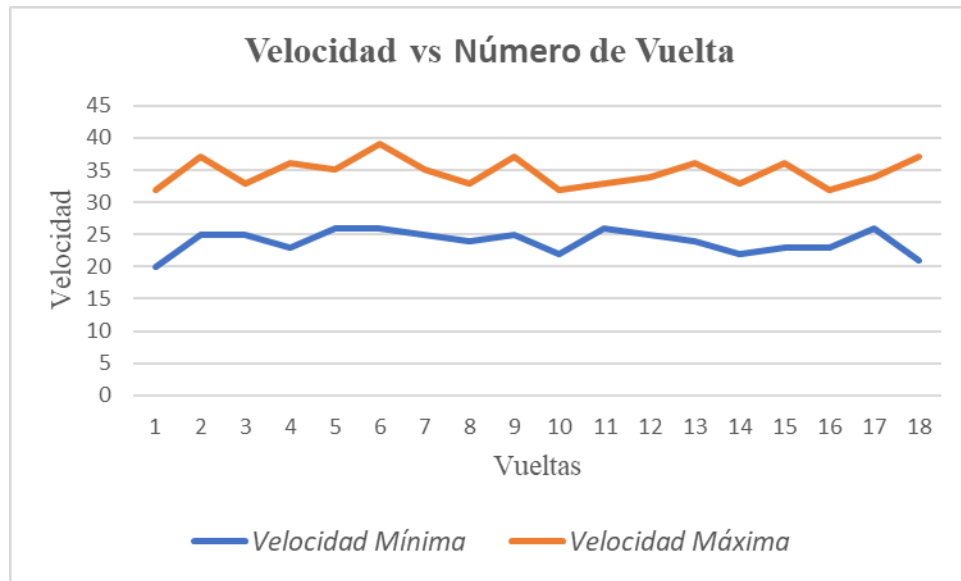


Figura 3.6 Velocidad vs Número de vueltas

Fuente: (Autores).

La velocidad nos muestra el cambio de posición del Gokart respecto al tiempo como se muestra en la Figura 3.7, tal que cada pico que se observa nos muestra la aceleración del vehículo lo cual implica un cambio en la velocidad del mismo. mínima

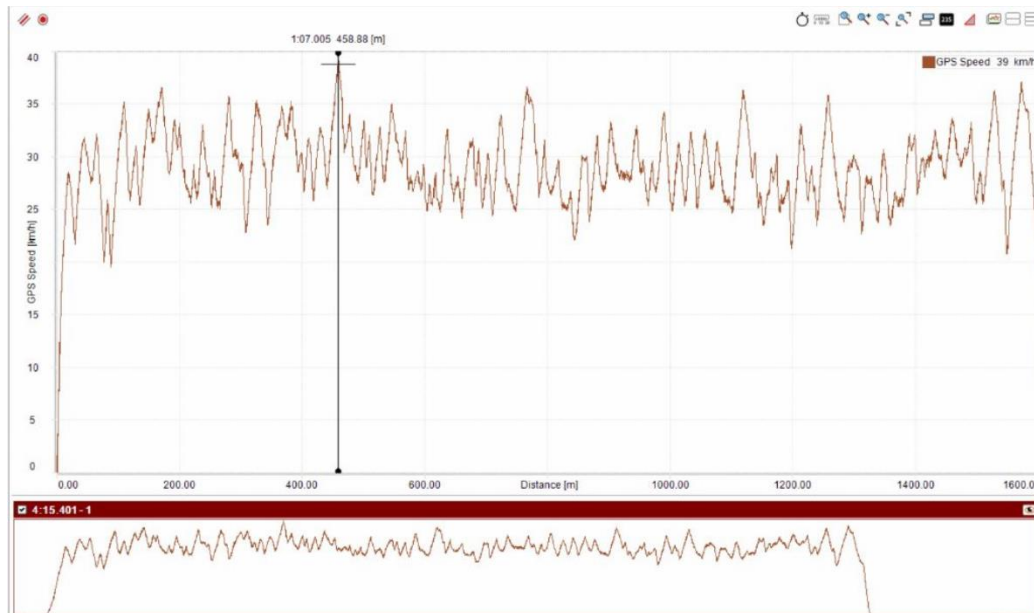


Figura 3.7 Aceleración del Gokart dentro de las 18 vueltas

Fuente: (Autores).

Mediante el análisis de la Figura 3.8, podemos observar que el vehículo se encuentra acelerando durante las rectas y en el ápex de la curva, mientras que al entrar a la curva reduce su velocidad por debajo de los 30km/h. Por ende, se puede observar el tiempo que le toma al vehículo recorrer una vuelta completa arrojándonos así su mejor velocidad y consiguiendo un tiempo de 10.2 seg.

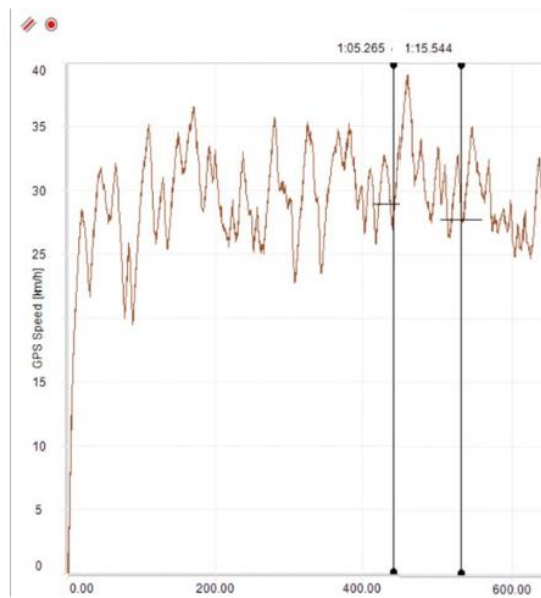


Figura 3.8 Intervalo de tiempo para recorrer una vuelta

Fuente: (Autores).

3.2.2. Análisis de la Aceleración

La aceleración es la relación con la cual cambia la velocidad en función del tiempo, este parámetro nos brinda de manera directa el software RaceStudio 3 facilitando su análisis. Nuestro estudio parte del uso de las velocidades mínimas y máximas en función del tiempo que nos toma por vuelta para obtener un promedio de aceleración en pista haciendo uso de la siguiente formula.

$$a = \frac{V_f - V_i}{t}$$

Siendo su simbología:

$a = \text{aceleracion}$

$V_f = \text{velocidad final}$

$V_i = \text{velocidad inicial}$

$t = \text{tiempo}$

Tabla 11 Registro de velocidades en función del tiempo que toma por vuelta.

Fuente: (Autores).

Vuelta	Vel. Mínima (km)	Vel. Máxima (km)	Tiempo (Seg)
1	20	32	12
2	25	37	10
3	25	33	11
4	23	36	10,5
5	26	35	11
6	26	39	10,2
7	25	35	11
8	24	33	12
9	25	37	10
10	22	32	12
11	26	33	11
12	25	34	11
13	24	36	12
14	22	33	12
15	23	36	12
16	23	32	11
17	26	34	11
18	21	37	10

Promedio de la velocidad minima.

$$20 + 25 + 25 + 23 + 26 + 26 + 25 + 24 + 25 + 22 + 26 + 25 + 24 + 22 + 23 + 23 + 26 + 21 = \frac{431}{18} = 23.9 \frac{km}{h} = 6.63 \frac{m}{s}$$

Promedio de la velocidad maxima.

$$32 + 37 + 33 + 36 + 35 + 39 + 35 + 33 + 37 + 32 + 33 + 34 + 36 + 33 + 36 + 32 + 34 + 37 = \frac{624}{18} = 34.7 \frac{km}{h} = 9.63 \frac{m}{s}$$

Tiempo total.

$$12 + 10 + 11 + 10.5 + 11 + 10.2 + 11 + 12 + 10 + 12 + 11 + 11 + 12 + 12 + 12 + 11 + 11 + 10 = \frac{199.7}{60} = 3.32 \text{ min} = 199.2 \text{ seg}$$

Aceleración .

$$a = \frac{9.63 \text{ m/s} - 6.63 \text{ m/s}}{199.2 \text{ seg}} = 0.015 \text{ m/s}^2$$

Por consiguiente, se comenzó obteniendo el promedio total de las velocidades máximas y mínimas en metros/segundo, posterior a ello se obtuvo el tiempo total que le tomo al Gokart en dar las 18 vueltas en segundos, para la obtención de una aceleración promedio se utilizó la fórmula antes mencionada dándonos como resultado una aceleración de 0.015 m/s^2 demostrándonos de cómo cambia la velocidad por unidad de tiempo a lo largo de nuestra prueba, es decir nos demuestra un promedio de aceleración que tuvo el Gokart para conseguir vueltas que se encuentren dentro del rango de los 12 segundos.

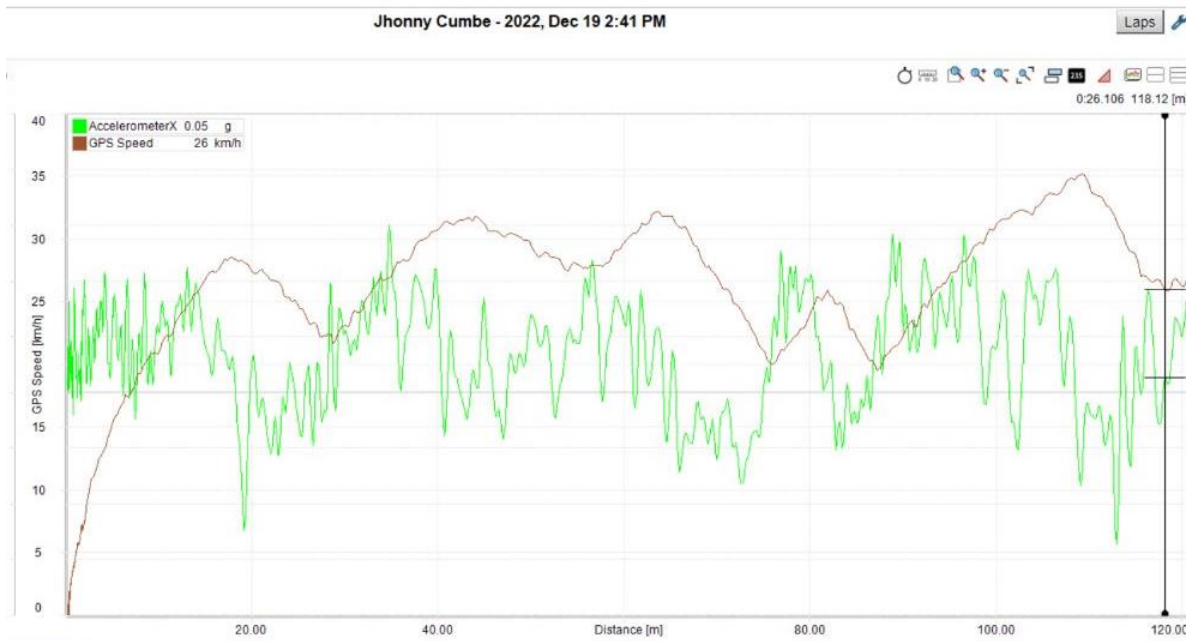


Figura 3.9 Comparación entre la señal de aceleración y velocidad.

Fuente: (Autores).

De igual manera podemos obtener la aceleración en cada instante a lo largo de la carrera, como se observa en la Figura 3.9, en la cual podemos apreciar que, al aumentar la aceleración, la velocidad por consiguiente aumenta y viceversa, es por eso que este análisis es muy importante en competencia y pruebas ya que le dará una referencia al piloto y al equipo para saber en qué punto acelerar y frenar para lograr una mejora con respecto a tiempos obtenidos con anterioridad.

3.2.3. Análisis de la Temperatura del motor

La temperatura del motor nos indica la carga térmica que posee la unidad de potencia, esta se puede medir de distintas formas y en distintos puntos del motor, por lo que ocuparemos un termistor tipo k acoplado a la bujía, la cual nos indicara la temperatura que se produce en el cabezote, todo esto para tener presente las temperaturas optimas de funcionamiento y evitar pérdidas de potencia o fallos que pudiera generarse.

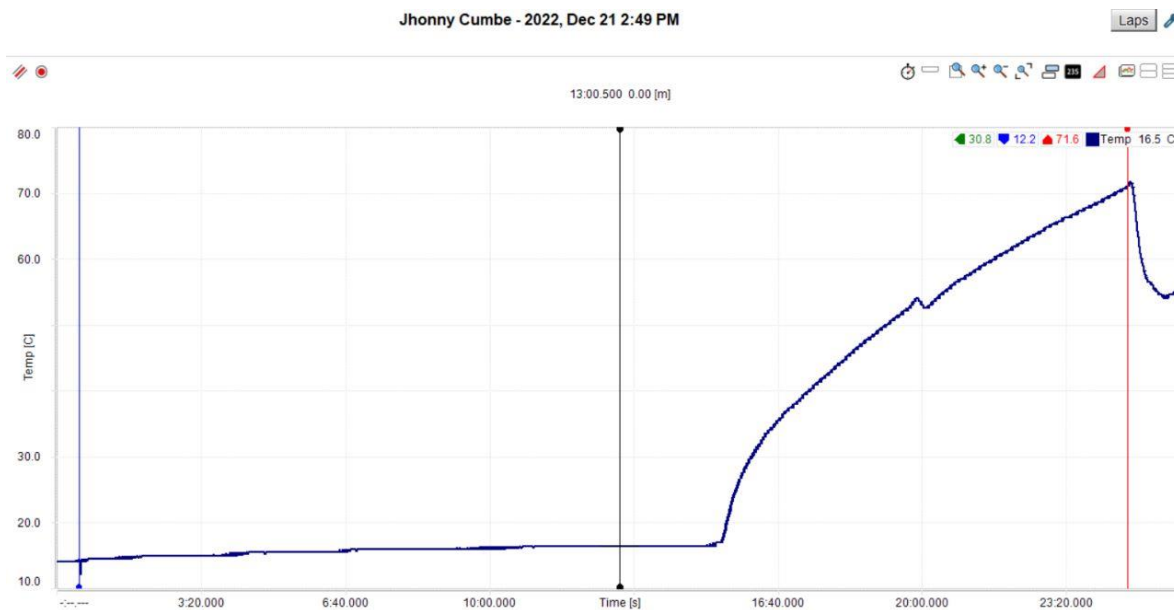


Figura 3.10 Señal de temperatura en el cabezote

Fuente: (Autores).

En base a la Figura 3.10 podemos deducir que al momento de arrancar el vehículo este presenta una temperatura similar al ambiente, la cual nos da un valor de 12.2 °C, la misma se incrementa en el instante que se enciende el motor llegando a un máximo de 71.6 °C, para

posteriormente descender y trabajar dentro de los rangos los cuales oscilan entre 54 y 56 °C, teniendo en cuenta que estos descensos de temperatura se encuentran directamente relacionados con la velocidad del Gokart, debido a que esta unidad cuenta con una bomba de agua acoplada al eje posterior.

3.2.4. Análisis de la Revoluciones por minuto

Para la obtención de las revoluciones tomamos en consideración la geometría de la pista, ya que, debido a esto, cada que el piloto acelere, las revoluciones aumentaran gradualmente, este dato se le obtuvo directamente con la ayuda del Software lo que nos permitió visualizar la variación de las rpm, la importancia de este dato radica en mantener una potencia apropiada en el vehículo.

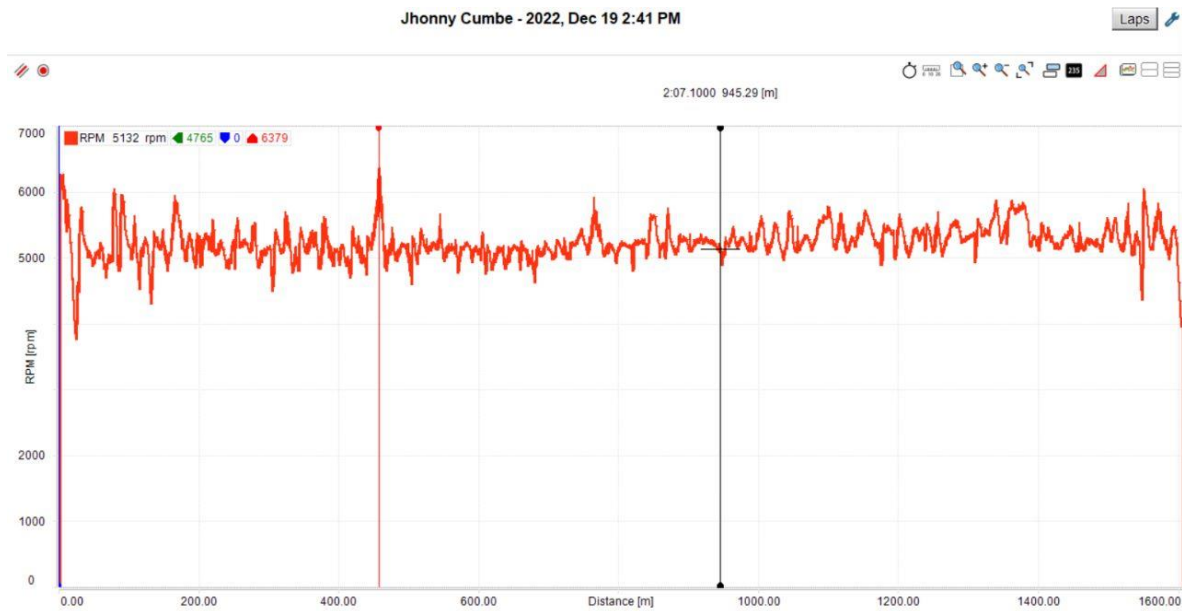


Figura 3.11 Señal de rpm

Fuente: (Autores).

Basándonos en la Figura 3.11 el ralenti de este motor se encuentra alrededor de 3700 rpm, durante nuestra conducción obtuvimos un máximo de 6379 rpm, la cual se considera un rango intermedio en el cual el piloto experimenta una entrega de potencia y torque apropiada, teniendo en cuenta que las revoluciones máximas que alcanza este motor es de 16000 rpm lo que nos indica que el piloto aún tiene un amplio rango para trabajar.

Las fluctuaciones que se presentan en la gráfica se deben a que no se tiene una conducción constante dentro de la pista por lo cual el piloto acelera y desacelera el motor dependiendo de la pista en la que se encuentre.

3.2.5. Análisis de la Temperatura de los neumáticos

La temperatura de los neumáticos se muestra de forma ordenada, especificando la disposición de cada uno de ellos dentro del programa utilizado para nuestro análisis, el cual nos arroja su variación de temperatura respecto al tiempo, teniendo en cuenta la velocidad, el tiempo de rodaje, el sentido de giro y las condiciones climáticas sobre las cuales se realizan las pruebas.

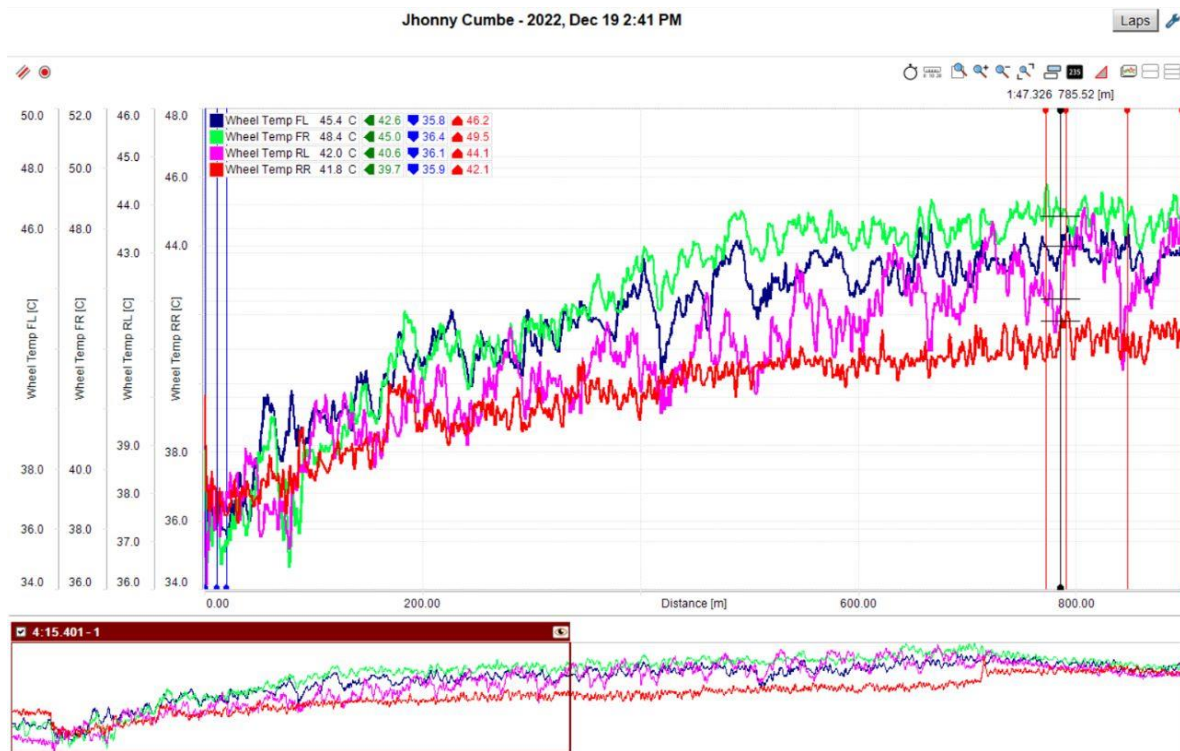


Figura 3.12 Señal de temperatura de los neumáticos

Fuente: (Autores).

Las pruebas se realizaron en un día soleado a una temperatura ambiente de aproximadamente 25°C manteniendo un mismo sentido de giro a lo largo de la prueba, por lo que podemos observar en la Figura 3.12 que las ruedas que más temperatura generan son las delanteras, llegando a un pico máximo de 49.5 °C para la rueda frontal derecha y 46.2°C para la rueda frontal

izquierda, representadas de color verde y azul respectivamente, debido a la fuerza centrífuga que se genera en las curvas.

Los descensos de temperatura que se llegan a apreciar se deben a que en las rectas el vehículo alcanza una mayor velocidad, logrando así enfriar momentáneamente los neumáticos considerando también que la carga sobre los mismos en la recta es menor, tomando en cuenta que las temperaturas óptimas para lograr un buen funcionamiento oscilan entre los 60°C.

3.2.6. Análisis de la Comunicación

La incorporación de la comunicación facilitó la toma de decisiones durante las pruebas de funcionamiento manteniendo al tanto al piloto sobre su rendimiento en pista, lo que conlleva un aumento de confianza para el conductor sobre el vehículo al mantener una comunicación directa con su equipo.

Esta implementación nos permite mantener contacto directo con nuestro piloto en un rango de aproximadamente 5km, lo que flexibiliza el trabajo en equipo, aumentando así nuestro desempeño y aprendizaje durante la carrera.



Figura 3.13 Comunicación implementada en el Gokart

Fuente: (Autores).

CONCLUSIONES

A lo largo de todo el desarrollo de este proyecto previo a la obtención de título, se ha podido comprender el impacto de la tecnología inalámbrica dentro de las carreras de GoKarts, haciendo que se pueda estudiar y entender en tiempo real diversos parámetros de un automóvil en movimiento, poniendo en practica diferentes destrezas adquiridas a lo largo de toda la carrera de ingeniera Automotriz.

En este trabajo de titulación se puede afirmar que todos los objetivos propuestos para la implementación de un sistema de telemetría para un vehículo tipo Gokart, se han cumplido de manera satisfactoria, se pudo explicar, de forma concisa y clara todo el proceso de adaptación de la telemetría para el Gokart.

Los parámetros que fueron monitoreados son de suma importancia, ya que, conocer datos como la temperatura del cabezote y neumáticos mientras se está en prácticas o en competencia es fundamental, pues al presentarse problemas inesperados se ve comprometida directamente el rendimiento del vehículo, por consiguiente, la velocidad y la aceleración del vehículo nos informa el estilo de conducción que lleva el piloto, lo que conlleva un aprendizaje constante al conductor al momento de analizar su desarrollo en la pista.

En la adquisición de datos del Gokart es importante conocer el tipo de señales que envían cada uno de los sensores, ya que, en nuestro caso de estudio, para analizar la temperatura se cuenta con dos tipos de sensores, siendo estos ópticos y de tipo termistor, como se pudo evidenciar en los resultados, el cambio de temperatura en el sensor óptico es más rápido que el termistor, pero dependiendo su aplicación se usan distintos sensores como se aplico en nuestro estudio.

Debido al mantenimiento realizado al Gokart previa a las pruebas de funcionamiento este no presento anomalías durante la conducción, como se ve representado en las gráficas de la variación de temperatura del cabezote vs el tiempo, en la cual alcanzó un pico máximo para luego mantenerse dentro de una temperatura estable en 46°C, el piloto pudo manifestar un buen rendimiento del vehículo, manteniendo un margen de revoluciones dentro de lo normal, siendo estas aproximadamente de 5000 a 6000 rpm.

Finalmente podemos concluir que a mas de poder observar los parámetros del Gokart, se tiene la capacidad de comunicarse en tiempo real con el personal que controla la telemetría del vehículo, según el desenvolvimiento en pista del piloto con el objetivo de mejorar su rendimiento o minimizar riesgos durante competencias.

RECOMENDACIONES

Se recomienda al momento de conectar el Mychron 5s al ordenador, hacerlo mediante una red Ap propia, mediante un router al cual se conectarán ambos dispositivos lo que nos brindará una mayor distancia de conectividad, en el caso de no contar con el router se recomienda crear una red Ap desde el Mychron, evitando hacerlo desde Bluetooth.

Para la realización de las pruebas se recomienda realizar una lubricación previa e inspección visual de sus componentes para un correcto funcionamiento.

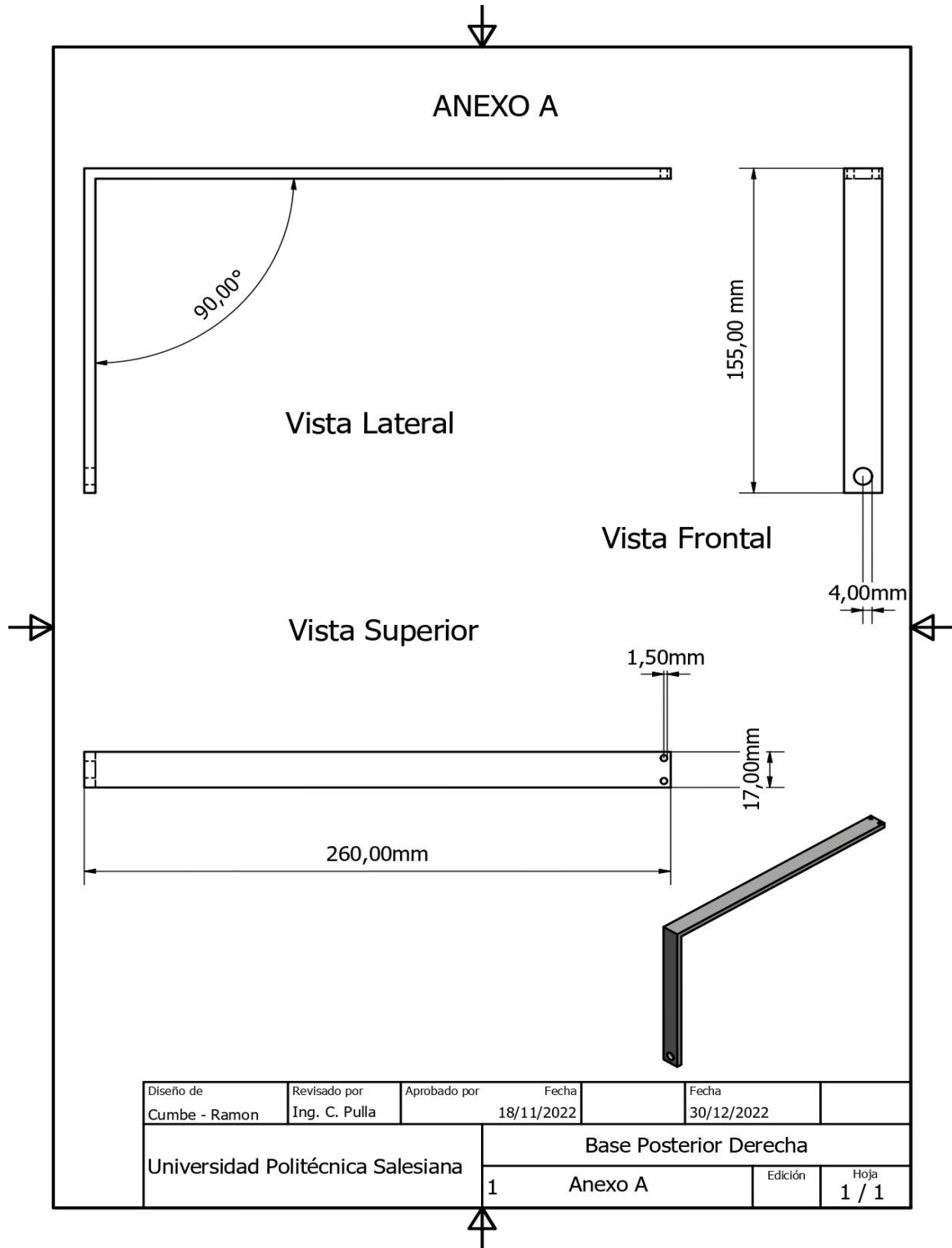
Previo a la realización de pruebas o competencia se recomienda que el motor alcance su temperatura idónea de funcionamiento para obtener un mejor rendimiento.

Antes de realizar una prueba de rendimiento o carrera se recomienda limpiar con precaución la óptica del sensor para obtener un buen funcionamiento debido a la contaminación que estos pueden adquirir en la pista.

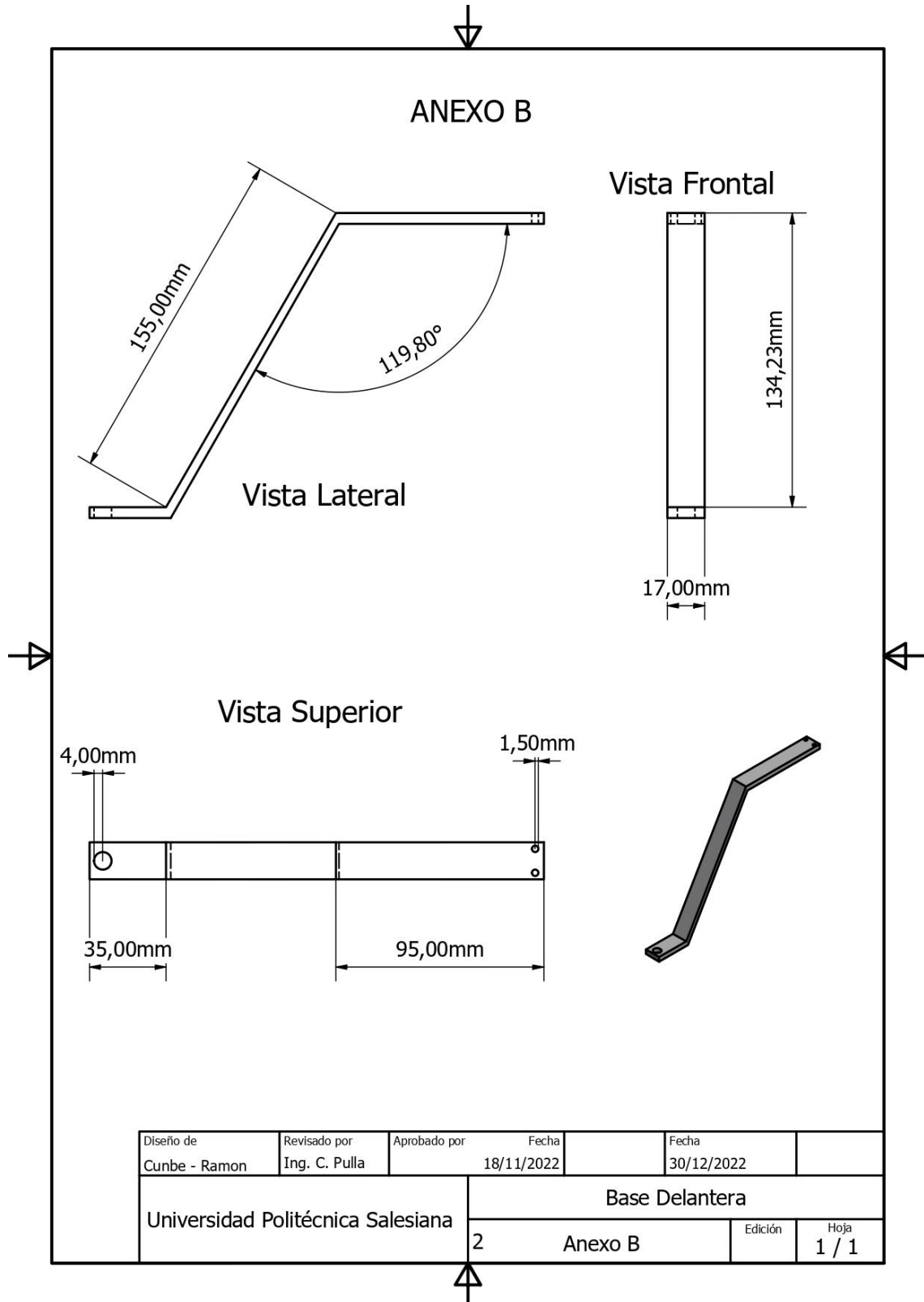
Al momento de realizar un mantenimiento se aconseja tener precaución específicamente con el sensor de temperatura que se encuentra instalado bajo bujía, ensamblándolo tal cual se encontraba al momento de retirarlo.

ANEXOS

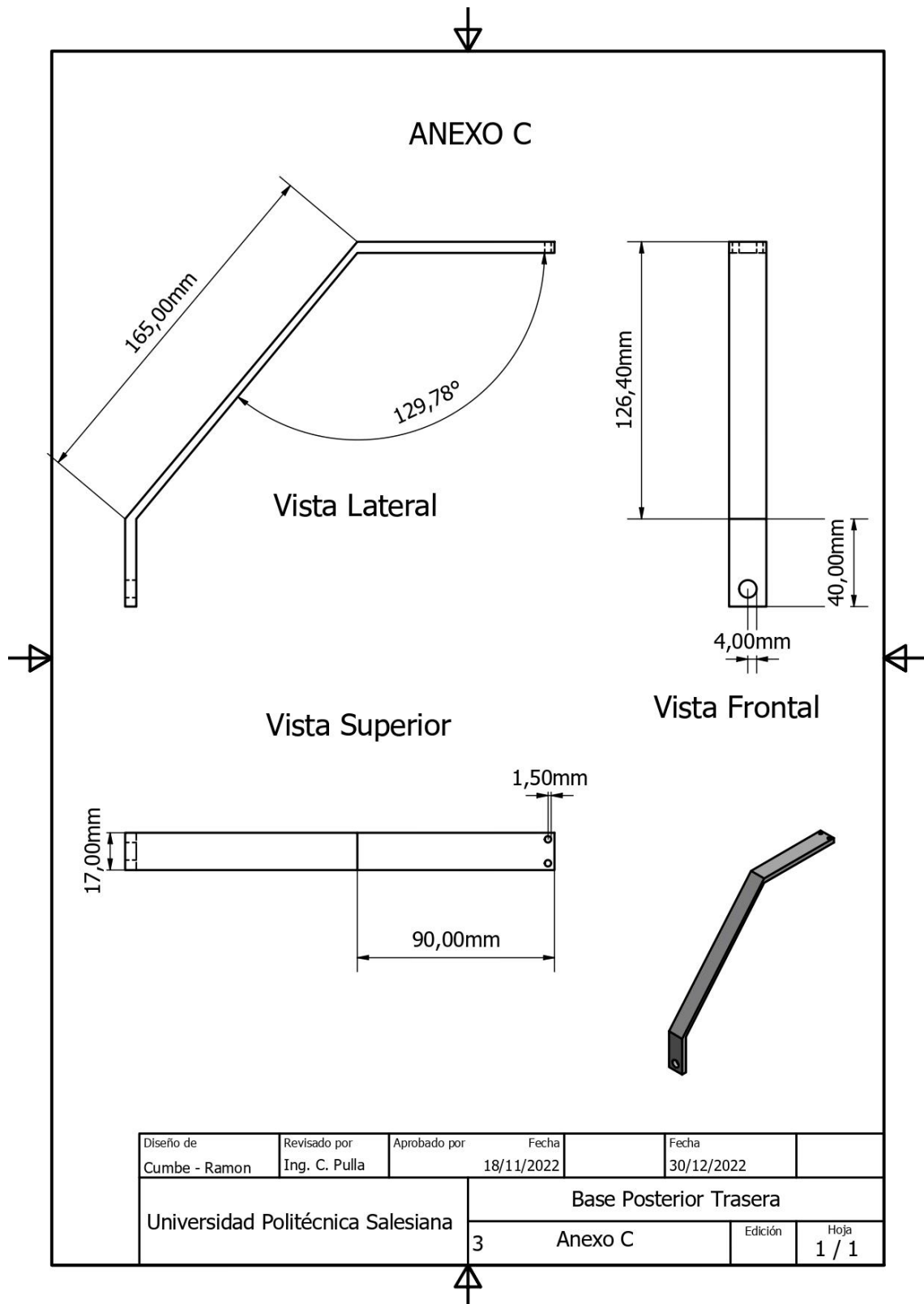
Anexo A: Base Posterior Derecha



Anexo B: Base Delantera



Anexo C: Base posterior Izquierda



Anexo D: Cartel de mantenimiento de motores Honda



Maintenance Poster

www.honda-engines-eu.com

www.honda-engines-eu.com

model	n/min	max.	IN mm	EX mm	I	mm	PART NUMBER	mm	Nm	Nm	Nm
G 100K1		4200		0,12 ± 0,04	0,45	0,6-0,7	98073-54744 BMR 4A	0,4 ± 0,2	10	5	50
G 100K2							98073-54776 BMR 4A				
G 150							98076-54716 BR 4HS				
G 150K1	1400 ± 150	3850 ± 150	0,12 ± 0,04	0,20 ± 0,04	0,7	0,8-1,0 (200)	98076-54919 BR 4HS-10 (200)	0,3 ± 0,1	25	12	65 ± 5
G 200						0,6-0,7	98076-54770 BR 4HS	0,4 ± 0,2			
G 200K1						0,8-1,0 (200)	98076-54919 BPR 4HS-10 (200)	0,3 ± 0,1			
G 200K1						0,6-0,7	98076-54770 B 4H	0,3 ± 0,1			
G 135 / 160	1400 ± 150	3850 ± 150	0,15 ± 0,04	0,20 ± 0,04	0,6	0,7-0,8	98079-56846 BPR 6ES	0,4 ± 0,2	—	12	52
G 160 / 190	1400 ± 150	3850 ± 150	0,15 ± 0,04	0,20 ± 0,04	0,6	0,7-0,8	98079-56846 BPR 6ES	0,4 ± 0,2	—	12	52
GP 160	1400 ± 150	3900 ± 100	0,15 ± 0,02	0,20 ± 0,02	0,6	0,7-0,8	98079-56846 BPR 6ES	0,4 ± 0,2	24	12	75
GP 200											
GX 22 / 31							98056-55777 CR3 HSR	0,35 - 0,50			15
GX 25							0,08				
GX 25	3100 ± 200	10000	0,08 ± 0,02	0,11 ± 0,02	0,1	0,6-0,7	31915-20H-003 CMRSH	0,30 - 0,50	—	12	14,7
GX 50								0,3 ± 0,1			30
GX 50								0,3 ± 0,1			30
GX 50	2500 ± 200	7800 ± 150	0,08 ± 0,02	0,11 ± 0,02	0,25	0,6-0,7	98056-55777 CR3 HSR	0,4 ± 0,1	—	6	21,5
GX 100 STD	1550 ± 150	3850 ± 150	0,15 ± 0,02	0,20 ± 0,02	0,4	0,8-0,7	98056-55777 CR3 HSR	0,35 ± 0,15	—	5	55
GX 100 TAMP	1850 ± 150	4000 ± 200			0,28						
GX 120 STD	1550 ± 150	4000 ± 200	0,15 ± 0,04	0,20 ± 0,04	0,4	0,6-0,7	98056-55777 CR3 HSR	0,40 ± 0,20	—	9,8	64
GX 120 TAMP	1850 ± 150	4100 ± 200			0,28						
GX 120			0,15 ± 0,02	0,20 ± 0,02						12	
GX 120 T3			0,08 ± 0,02	0,10 ± 0,02							
GX 160	1400 ± 150	3850 ± 150	0,15 ± 0,02	0,20 ± 0,02	0,6	0,7-0,8	98079-56846 BPR 6ES	0,4 ± 0,2	24		75
GX 160 H2			0,15 ± 0,02	0,20 ± 0,02						10	
GX 160 T2 / UK2			0,08 ± 0,02	0,10 ± 0,02						12	
GX 200			0,15 ± 0,02	0,20 ± 0,02							
GX 240											
GX 270	1400 ± 150	3850 ± 150	0,15 ± 0,02	0,20 ± 0,02	1,1	0,7-0,8	98079-56846 BPR 6ES	0,4 ± 0,2	35	14	128
GX 340											
GX 380											
GX 380	1400 ± 150	3850 ± 150	0,12 ± 0,02	0,20 ± 0,02	1,1 / 1,4"	0,6-0,7	98076-54747 BPR 4HS	0,4 ± 0,2	22,5	22	115
GX 440	1400 ± 100	3750 ± 100	0,12 ± 0,02	0,20 ± 0,02	2,0 / 2,3"	1,0-1,1	98079-55145 BPR 3ES-11	—	55	29	71
GX 610 / 620							98079-56846 BPR 6ES		30	17	200
GX 610K1 / 620K1	1400 ± 150	3850 ± 150	0,15 ± 0,02	0,20 ± 0,02	1,5 / 1,8"	0,7-0,8	98079-5587V ZGR 5A	0,4 ± 0,2	34	12	196
GX 670			0,08 ± 0,02	0,10 ± 0,02	1,5 / 1,7"		98079-5587V ZGR 5F	—	22	235	
GX 630 / 660 / 690											
GX 100K1	2000 ± 150	2950 ± 50	0,12 ± 0,04	0,12 ± 0,04	0,4	0,6-0,7	98079-5587V ZGR 5A	0,4 ± 0,2	10	5	50
GX 100K2							98073-54776 BMR 4A				
GCV 135 / 140 / 160 / 190	1700 ± 150	2950 ± 50	0,15 ± 0,04	0,20 ± 0,04	0,55	0,7-0,8	98079-55846 BPR 6ES	0,4 ± 0,2	—	12	52
GCV 145 / 170 / 200	2800 ± 100	2900 ± 100	0,10 ± 0,02	0,10 ± 0,02	0,40		98079-55846 BPR 6ES	0,4 ± 0,1	24	12	55
GCV 520 / 530	1425 ± 175	3400 ± 150	0,10 ± 0,04	0,15 ± 0,04	0,9 / 1,05"	0,7-0,8	98079-55846 BPR 6ES	0,4 ± 0,2	32	12	157
GCV 160 / 190	1700 ± 150	2950 ± 50	0,15 ± 0,04	0,20 ± 0,04	0,55	0,7-0,8	98079-55846 BPR 6ES	0,4 ± 0,2	—	12	52
GCV 50 / 57	2500 ± 200	4800 ± 100	0,09 ± 0,02	0,11 ± 0,02	0,25	0,6-0,7	98056-55777 CR3 HSR	0,4 ± 0,1	—	6	21,5
GCV 120	2000 ± 150	3100 ± 100	0,10 ± 0,03	0,15 ± 0,03				0,4 ± 0,2			75
GCV 140	2100 ± 150	3100 ± 100			0,6			0,35 ± 0,15	24	12	52
GCV 160	1700 ± 150	3200 ± 150	0,15 ± 0,02	0,20 ± 0,02	0,85	0,7-0,8	98079-55846 BPR 6ES	0,4 ± 0,2			75
GCV 160K1, H2											
GCV 270		3400 ± 150	0,15 ± 0,02	0,20 ± 0,02	1,1	0,7-0,8	98079-55846 BPR 6ES	0,4 ± 0,2	35	14	115
GCV 340K1	1400 ± 150	3300 ± 150	0,10 ± 0,02	0,15 ± 0,02							
GCV 340K2, T2											
GCV 360			0,10 ± 0,02	0,15 ± 0,02							
GCV 520	1425 ± 175	3400 ± 150	0,10 ± 0,04	0,15 ± 0,04	0,9 / 1,05"	0,7-0,8	98079-55846 BPR 6ES	0,4 ± 0,2	32	12	157
GCV 530											
GCV 610 / 620		3400 ± 150	0,15 ± 0,02	0,20 ± 0,02	1,8 / 2,1"		98079-55846 BPR 6ES		30	17	200
GCV 610K1 / 620K1	1400 ± 150	3850 ± 150	0,15 ± 0,02	0,20 ± 0,02	1,7 / 2,2"	0,7-0,8	98079-5587V ZGR 5A	0,4 ± 0,2	34	12	196
GCV 670		3400 ± 150	0,08 ± 0,02	0,10 ± 0,02	1,8 / 1,9"		98079-5587V ZGR 5F		37	22	235
GCV 630 / 660 / 690					1,7 / 1,9"						
GCV 270			0,15 ± 0,02	0,20 ± 0,02	1,1		98079-56846 BPR 6ES	0,4 ± 0,2	35	14	128
GCV 360			0,12 ± 0,02	0,15 ± 0,02		0,7-0,8	98079-5787C BKR7E-E				165
GCV 700 FI	1400 ± 150	3000 ± 150			1,7 / 1,5"						
GCV 800 FI			0,20 ± 0,02	0,20 ± 0,02	1,8 / 1,6"		98079-55446 BPR 6ES	N/A	37	22	245
GCV 700 FI					1,9 / 1,7"						
GCV 800 FI											
GCV 900 FI											
GCV 900 FI											

Fuel Stabilizer

08CZ-FSC-250

Service Kit

08Z11-ZLB-010
08Z11-ZLB-001MP (parts)

10W30 API SJ

08Z21-888-010MP 24 x 6L
08Z21-888-011HE 1 x 6L
08Z21-888-010MP 24 x 6L
08Z21-888-011HE 1 x 6L

Glend gesket

TB 1207B 100 g

First use

01/01
01/02

After first use

01/01
01/02

01/01

01/02

01/01

01/02

01/01

01/02

01/01

01/02

Find more parts information on

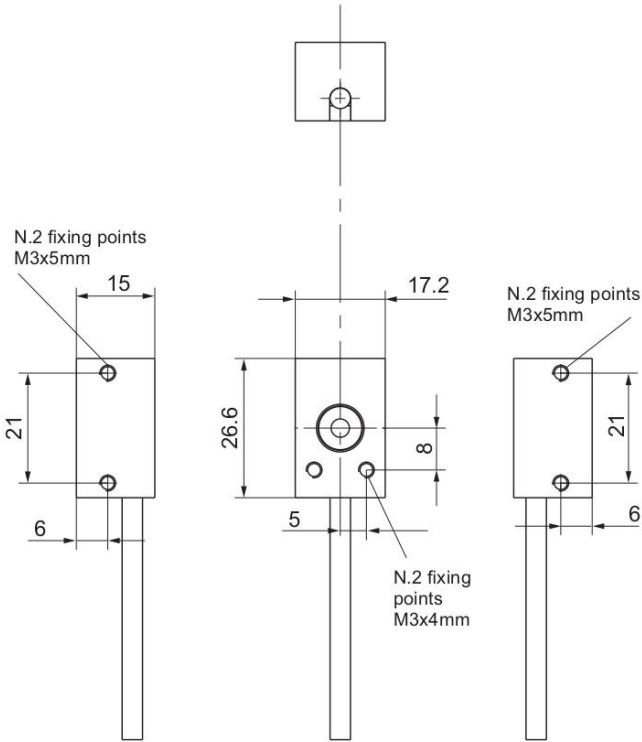
www.honda-engines-eu.com



*With oil filter replacement

*Specifications can be changed without notice - © Honda Motor Co., Ltd. 2002

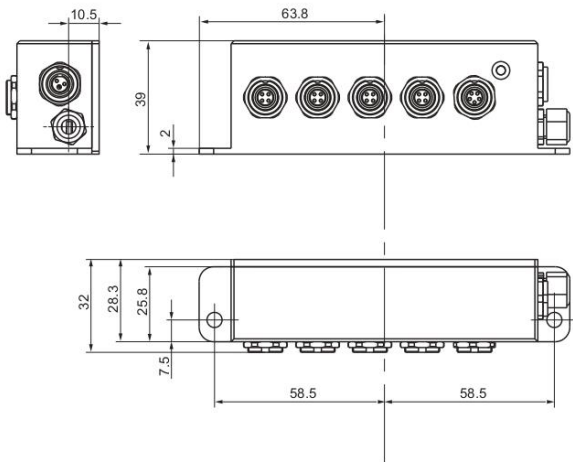
Anexo E: Planos de los sensores de temperatura de los neumáticos.



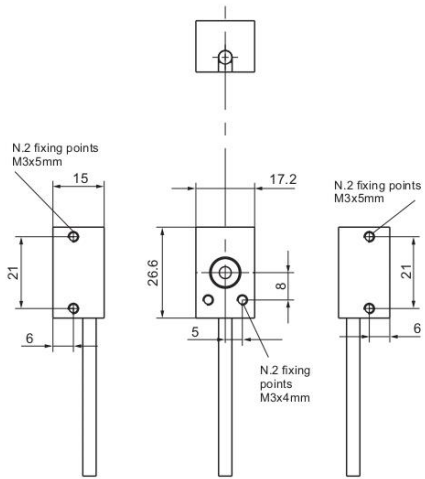
Anexo F: Planos del kit de sensores de temperatura.



IR temperature controller:



Sensor:



BIBLIOGRAFÍA

- A., J. J. (2006). Diseño y construcción de un sistema de telemetría para un vehículo eléctrico .
- Arangundi Palucci, C. (2017). Diseño y construcción de un sistema de telemetría y telemando para aplicaciones industriales . *bachelors, Espol*.
- Castillo Zhingre J. C y Valverde Jimenez, C. A. (2021). implementación de un sistema de telemetría unidireccional aplicado en el prototipo eléctrico fórmula SAE.
- Dieguez, J. J. (2010). La evolución del control de procesos y la telemetría . *Boletín electrónico*, 3.
- Dodge, J. M. (2011). Telemetría usando redes de datos de telefonía celular. *Ingeniare* , 67/78.
- H, T. B. (2013). Diseño e implementación de un sistema de transferencia de datos por telemetría para un vehículo de competencia con el uso de tecnología inalámbrica . *Bachelors* .
- Acceleratio karting*. (2022). Obtenido de *Acceleratio karting*:
<https://www.accelerationkarting.com/>
- Aim. (s.f.). Aim. Obtenido de Aim: <http://www.aim-sportline.com/>
- AimShop. (2022). Obtenido de AimShop: <https://www.aimshop.com/es/products/aim-spark-plug-inductive-rpm-adapter>
- Bartec Usa*. (s.f.). Obtenido de <https://www.bartecusa.com/tipos-de-sensores-tpms-es>
- De alaska a tierra de fuego*. (2017). Obtenido de *De alaska a tierra de fuego*:
<https://alaskatierrafuego.wixsite.com/america/single-post/2017/04/07/historias-del-canal-y-de-la-ciudad-de-panam%C3%A1>
- DMK racing*. (17 de Diciembre de 2009). Obtenido de Mychron 5 Manual de Usuario:
[file:///C:/Users/HP/Downloads/Mychron5%20Manual%20de%20Usuario%20en%20Espa%C3%B1ol%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/HP/Downloads/Mychron5%20Manual%20de%20Usuario%20en%20Espa%C3%B1ol%20(1).pdf)

Heras, D. (6 de Septiembre de 2020). *El Deporte Conquense* . Obtenido de <http://eldeporteconquense.com/noticias/noticias-motor/2020/09/06/el-mundo-del-karting-en-cuenca-y-su-gran-desconocimiento-acerca-de-el/>

Hollingham, R. (20 de Diciembre de 2015). *BBC News Mundo*. Obtenido de BBC News Mundo: https://www.bbc.com/mundo/noticias/2015/12/151218_vert_fut_finde_nazi_wenher_brauns_espacio_yv

Importadora y distribuidora Monar. (s.f.). Obtenido de <https://www.distribuidoramonar.com/categor%C3%ADas/product/radio-walkie-talkie-baofeng-bf-777s>

Ingenieria Mecafenix. (24 de Abril de 2018). Obtenido de <https://www.ingmecafenix.com/automatizacion/sensor-optico/>

Karting, C. S. (13 de Febrero de 2019). Obtenido de <https://www.kartcsainz.com/blog/breve-historia-del-karting.html>

Nunes, R. S. (s.f.). *Alutal*. Obtenido de <https://www.alutal.com.br/es/termopar>

Sitrack. (s.f.). Obtenido de Telemetria y sus aplicaciones: <https://landing.sitrack.com/telemetria-y-sus-aplicaciones>

Solectro. (10 de Octubre de 2020). Obtenido de Solectro: <https://solectroshop.com/es/blog/que-es-termistor-n48>

Strauss, M. (28 de Noviembre de 2016). *National Geographic*. Obtenido de National Geographic: <https://www.nationalgeographic.com/science/article/mars-exploration-nasa-mariner>