

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE CUENCA

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA AUTOMOTRIZ

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

Proyecto Técnico:

**“CARACTERIZACIÓN DE SEÑALES PID’s POR MEDIO DE OBD II PARA
LAS MANIOBRAS DE CONDUCCIÓN SEGÚN EL PROCESO DE FRENADO
Y EL MECANISMO DE EMBRAGUE”**

AUTORES:

Gavidia Serrano Martín Israel

López Sarango Luis Daniel

TUTOR:

Ing. Néstor Diego Rivera Campoverde, M.Sc

Cuenca - Ecuador

2019

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Nosotros, Luis Daniel López Sarango, con documento de identificación N° 1104891609, y Martín Israel Gavidia Serrano, con documento de identificación N° 030229677, manifestamos nuestra voluntad y cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del trabajo de titulación: **“CARACTERIZACIÓN DE SEÑALES PID’s POR MEDIO DE OBD II PARA LAS MANIOBRAS DE CONDUCCIÓN SEGÚN EL PROCESO DE FRENADO Y EL MECANISMO DE EMBRAGUE”**, mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de: *Ingeniero Mecánico Automotriz*, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en nuestra condición de autores nos reservamos los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribimos este documento en el momento que hacemos entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.



Luis Daniel López Sarango
C.I. 1104891609



Martín Israel Gavidia Serrano
C.I. 0302296777

CERTIFICACIÓN

Yo, Néstor Diego Rivera Campoverde, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: **“CARACTERIZACIÓN DE SEÑALES PID’s POR MEDIO DE OBD II PARA LAS MANIOBRAS DE CONDUCCIÓN SEGÚN EL PROCESO DE FRENADO Y EL MECANISMO DE EMBRAGUE”**, realizado por Luis Daniel López Sarango y Martín Israel Gavidia Serrano, obteniendo el *Proyecto Técnico* que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Néstor Rivera Campoverde', is written above a horizontal line.

Ing. Néstor Diego Rivera Campoverde, M.Sc

C.I. 0103898995

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

Nosotros, Luis Daniel López Sarango con documento de identificación N.º 1104891609 y Martín Israel Gavidia Serrano con documento de identificación N.º 030229677, autores del trabajo de titulación: **“CARACTERIZACIÓN DE SEÑALES PID’s POR MEDIO DE OBD II PARA LAS MANIOBRAS DE CONDUCCIÓN SEGÚN EL PROCESO DE FRENADO Y EL MECANISMO DE EMBRAGUE”**, certificamos que el total contenido del *Proyecto Técnico*, son de nuestra exclusiva responsabilidad y autoría.



Luis Daniel López Sarango

C.I.1104891609



Martín Israel Gavidia Serrano

C.I. 0302296777

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por guiarme por el sendero del bien y dándome la oportunidad de culminar esta etapa importante de mi vida.

A mis padres, por su sacrificio y dedicación que hizo posible mi formación.

A mi tutor de tesis, Ing. Néstor Rivera M.Sc por todos el apoyo y el conocimiento necesario para la realización de este proyecto.

Al departamento de Pastoral por enseñarme a tener una buena vida personal y comunitaria

A toda mi familia, amigos y compañeros que siempre estuvieron ahí apoyándome.

Martín

AGRADECIMIENTO

Primero agradezco a Dios por brindarme la sabiduría y darme la oportunidad de llevar a cabo este proyecto, por guiarme en cada paso y decisión a lo largo de mi carrera universitaria.

A mi Madre Dotila por apoyarme en todo el transcurso de mi vida, siendo mi pilar fundamental y cuidando cada aspecto para mi formación, siempre estando presente con su orientación y sus grandes consejos para mi bien.

A mis hermanos Piedad, Martha, Leonardo y María Fernanda por su motivación para cumplir este sueño. A mi primo Augusto por su respaldo incondicional y a mis Tías Hilda, Rosa y Hortensia.

A mis sobrinos Jaime, Karen, Ronaldo, Daniel, Andrés, Samantha, Sofia y Arianna que este logro académico sea de motivación en su vida personal, como profesional.

Agradezco a Karla por brindarme su total apoyo, comprensión, por ayudar levantarme las veces que he caído, su gran paciencia y su amor incondicional.

Profundo agradecimiento a mi director de tesis el Ing. Néstor Rivera M.Sc por su orientación, sugerencia y confianza brindada para culminar este proyecto.

Daniel

DEDICATORIA

Dedico este proyecto a mis padres Miguel y María quienes han velado por mi bienestar, la confianza y el apoyo, ellos fueron los pilares fundamentales para formación de mis principios y valores para culminar esta meta.

A mi hermana por todo el apoyo brindado quien con su gran corazón me lleva admirarla cada día más ya que estuvo en mi camino universitario ofreciendo y buscando lo mejor para mi persona.

Martín

DEDICATORIA

A Dios por su guía y sabiduría.

A mis padres Dotila y Manuel + por su abnegación, sacrificio y apoyo incondicional.

A mis hermanos Piedad, Martha, Leonardo y María Fernanda, quienes siempre me
incentivan para salir adelante.

A mis sobrinos Jaime, Karen, Ronaldo, Daniel, Andrés, Samantha, Sofia y Arianna,
espero, deseo y anhelos ser su inspiración para sus futuros proyectos y sueños.

A Karla por su gran paciencia y su amor incondicional a lo largo de este trayecto.

Daniel

RESUMEN

En esta investigación, se explica el comportamiento de las señales PID's mediante el uso de análisis de residuos frente a los eventos de frenado y desembragado – embragado presentes en las señales de los sensores MAP, TPS, VSS y el PID's formado por los sensores CMP y CKP que corresponde al régimen de giro (RPM), los cuales generan patrones dentro de la trama de datos que conforman los vectores de estudio.

Con la ayuda del dispositivo Freematics one + conectado al puerto DLC del sistema OBD II, se obtendrá las señales PID's; el mismo que tiene funciones igual que un scanner automotriz con la diferencia de que almacena de manera automática los datos enviados por la ECU, además con el uso del script y un algoritmo programable, diseñados dentro del entorno del software Matlab se podrá distinguir aquellas acciones establecidas en todo un proceso de conducción habitual.

Se establece una categoría que interviene dentro del estudio el cual indicará el modo de actuación de los sensores observados. Mediante la realización de pruebas en diferentes marcas y distintos años servirá para validación de los resultados obtenidos.

ABSTRACT

In this investigation, the PID's signals behavior is explained through the use of residue analysis compared to braking and disengaged – engaged events which are available in the signals of the sensors MAP, TPS, VSS and the PID formed by the sensors CMP and CKP which correspond to the revolutions per minute (RPM), which generates patterns within the data frame that form the studying vectors.

With the help of the Freematics one + device which is connected to the DLC port of the OBD II system, will be used to obtain the PID's signals; this device has the same functionality as an automotive scanner, the only difference is that it stores the received data from the ECU automatically, also using the script that was built by Danilo Garate and a program mable algorithm, both designed within the software Matlab, established actions in a typical driving process can be distinguish.

A category which intervenes within the study is established and it Will indicate the way of performance of the observed sensors. By means of the test on different brands and years, it will be used for ratification of the obtained results.

ÍNDICE

1. Introducción.....	1
2. Problema.....	2
3. Objetivos.....	3
3.1. Objetivo general	3
3.2. Objetivos específicos	3
4. Fundamento Teórico.....	4
4.1. OBD (On Board Diagnostic - Diagnostico a Bordo).....	4
4.2. Antecedentes.....	4
4.2.1. OBD I.	6
4.2.2. OBD II.	6
4.2. Inteligencia Artificial.....	7
4.2.1 Máquinas de soporte vectorial (SVM).	7
4.2.2. Algoritmo K-means.	8
4.3. Sensores Automotrices	9
4.3.1. Vehicule Speed Sensor (VSS).	10

4.3.2. Manifold Absolute Pressure Sensor (MAP).....	10
4.3.3. Throttle Position Sensor (TPS).....	11
4.3.4. Crankshaft Position Sensor (CKP).....	11
4.3.4. Camshaft Position Sensor (CMP).....	11
5. Estado del Arte	12
6. Marco Metodológico	14
6.1. Diseño Experimental	14
6.1.1. Variables de entrada.	15
6.1.2. Variables de bloqueo.	15
6.1.3. Variables de ruido.....	15
6.1.3. Variables de salida.....	15
6.1.4. Unidad experimental.	16
6.1.5. Desarrollo de la obtención de datos.....	16
6.1.6. Freematics ONE	17
6.1.7. Sistema de adquisición de datos.	17
7. Obtención de Señales PID's Bajo Carga Dinámica a Través del OBD II Data Logger Según el Proceso de Frenado y el Mecanismo del Embrague.....	18
7.1. Unidad experimental.....	18
7.1.1. Desarrollo de la obtención de datos.....	18

7.2. Desarrollo para obtención de datos bajo carga dinámica	19
7.2.1. Protocolo de adquisición de datos.	19
7.3. Obtención de datos bajo carga dinámica	20
7.3.1. Comportamiento de señales.....	20
7.3.1.1. Parámetro de identificación (PID) del sensor TPS.....	20
7.3.1.2. Parámetro de identificación (PID) del sensor IAT.	21
7.3.1.3. Parámetro de identificación (PID) del sensor MAP.	22
7.3.1.4. Parámetro de identificación (PID) del sensor VSS.	22
7.3.1.5. Parámetro de identificación (PID) del sensor ECT.	23
7.3.1.6. Parámetro de identificación (PID) RPM.	24
8. Análisis de datos mediante un modelo matemático y estadístico de las señales PID's... 24	
8.1. Análisis de comportamiento de señales.....	26
8.1.1. Kmeans clustering.	29
8.1.2. Análisis en estado de ralentí.....	30
8.1.2.1. TPS en ralentí.	31
8.1.2.2. MAP en ralentí.	32
8.1.3. Análisis de residuos.....	33
8.2. Análisis previos	36
8.2.1. Freematics.....	36

8.2.1.1. Método estadístico ANOVA.	37
9. Análisis de comportamiento de frenado	40
9.1. Hyundai Accent.	44
9.2. Análisis de residuos en el frenado.	45
9.3. Cuerpo de aceleración motorizado y no motorizado.	53
9.4. Análisis de frenado en vehículos con cuerpo de aceleración motorizado y no motorizado.	55
9.4.1. Cuerpo de aceleración motorizado.	55
9.4.1.1. Kia Rio.	55
9.4.1.2. Hyundai I30.	57
9.4.1.3. Kia Cerato Forte.	58
9.4.2. Cuerpo de aceleración no motorizado (accionado por cables).	60
9.4.2.1. Hyundai Accent.	60
9.4.2.2. Hyundai Getz.	62
10. Análisis de comportamiento de embrague y desembrague	66
10.1. Análisis en desembrague y embrague en el cambio de marcha.	74
10.1.1. Análisis en desembrague y embrague en el cambio de marcha ascendente en un vehículo con cuerpo de aceleración motorizado.	75
10.1.1.1. Cambio de neutro a primera marcha.	75

10.1.1.2. Cambio de primera a segunda marcha.....	76
10.1.1.3. Cambio de segunda a tercera marcha.	77
10.1.1.4. Cambio de tercera a cuarta marcha.....	78
10.1.1.5. Cambio de cuarta a quinta marcha.	79
10.1.2. Análisis en desembrague y embrague en el cambio de marcha descendente en un vehículo con cuerpo de aceleración motorizado.	80
10.1.2.1. Cambio de quinta a cuarta marcha.	80
10.1.2.2. Cambio de cuarta a tercera marcha.....	81
10.1.2.3. Cambio de tercera a segunda marcha.	82
10.1.2.4. Cambio de segunda marcha a neutro..	83
10.1.3. Análisis en desembrague y embrague en el cambio de marcha descendente en un vehículo con cuerpo de aceleración motorizado.	84
10.1.3.1. Cambio de cuarta a segunda marcha.	85
10.1.3.2. Cambio de tercera marcha a neutro.	86
10.1.4. Análisis en desembrague y embrague en el cambio de marcha ascendente en un vehículo con cuerpo de aceleración no motorizado (mecánico).	87
10.1.4.1. Cambio de neutro a primera marcha.....	87
10.1.4.2. Cambio de primera a segunda marcha.....	88
10.1.4.3. Cambio de segunda a tercera marcha.	89
10.1.4.4. Cambio de tercera a cuarta marcha.....	90

10.1.4.5. Cambio de cuarta a quinta marcha.	91
10.1.5. Análisis en desembrague y embrague en el cambio de marcha descendente en un vehículo con cuerpo de aceleración no motorizado (mecánico).	92
10.1.5.1. Cambio de cuarta a segunda marcha.	92
10.1.5.2. Cambio de segunda a neutro.....	93
10.1.5.3. Cambio de segunda a primera marcha.....	94
10.1.5.4. Cambio de primera marcha a neutro.....	95
11. Comprobación de resultados	96
11.1. Análisis del Freno.....	96
11.1.1. Con cuerpo de aceleración motorizado.	96
11.1.1.1. Kia Picanto.	96
11.1.2. Cuerpo de aceleración no motorizado (mecánico).	102
11.1.2.1. Ford EcoSport.	102
11.2. Análisis en desembrague y embrague en el cambio de marcha.	107
11.2.1. Análisis en desembrague y embrague en el cambio de marcha ascendente en un vehículo con cuerpo de aceleración motorizado.	108
11.2.1.1. Cambio de neutro a primera marcha.....	108
11.2.1.2. Cambio de primera a segunda marcha.....	109
11.2.1.3. Cambio de segunda a cuarta marcha.	110

11.2.1.4. Cambio de cuarta a quinta marcha.	111
11.2.2. Análisis en desembrague y embrague en el cambio de marcha descendente en un vehículo con cuerpo de aceleración motorizado.	112
11.2.2.1. Cambio de cuarta a tercera marcha.....	113
11.2.2.2. Cambio de tercera a segunda marcha	114
11.2.2.3. Cambio de segunda a primera marcha.....	115
11.2.2.4. Cambio de primera marcha a neutro.....	116
11.2.2.5. Desembrague y embrague del cambio de cuarta a primera marcha.	117
11.2.2.6. Cambio de cuarta a primera marcha.....	118
11.2.2.7. Cambio de tercera marcha de neutro.	119
11.2.2.8. Cambio de segunda marcha a neutro.....	120
11.2.3. Análisis en desembrague y embrague en el cambio de marcha ascendente en un vehículo con cuerpo de aceleración no motorizado (mecánico).	121
11.2.3.1. Cambio de neutro a primera marcha.....	121
11.2.3.2. Cambio de primera a segunda marcha.....	122
11.2.3.3. Cambio de segunda a tercera marcha	123
11.2.3.4. Cambio de tercera a cuarta marcha.....	124
11.2.3.5. Cambio de cuarta a quinta marcha.	125
11.2.4. Análisis en desembrague y embrague en el cambio de marcha descendente en un vehículo con cuerpo de aceleración no motorizado (mecánico).	126

11.2.4.1. Cambio de cuarta a segunda marcha.	126
11.2.4.2. Cambio de cuarta marcha a neutro.	127
11.2.4.3. Cambio de cuarta a tercera marcha.....	128
11.2.4.4. Cambio de segunda marcha a neutro.....	129
11.2.4.5. Cambio de primera marcha a neutro.....	130
12. Base de datos	131
12.1. Freno.....	131
12.1.1. Cuerpo de aceleración motorizado	132
12.1.1.1. Kia Sportage 2012	132
12.1.1.2. Kia Rio 2017.....	134
12.1.2. Cuerpo de aceleración no motorizado (mecánico)	136
12.1.2.1. Hyundai Accent 2005	136
12.1.2.2. Ford EcoSport 2005.....	137
12.2. Desembrague y Embrague.....	138
12.2.1. Cuerpo de aceleración motorizado	138
12.2.1.1. Kia Sportage 2012	138
12.2.1.2. Kia Picanto 2017	143
12.2.2. Cuerpo de aceleración no motorizado (mecánico)	149
12.2.2.1. Hyundai Accent 2005	149

12.2.2.2. Ford EcoSport 2005.....	153
13. Conclusiones.....	156
14. Recomendaciones	159
15. Referencias Bibliográficas.....	160
16. Anexos.....	162

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 4. 1. Frontera de decisión	8
Figura 4. 2. Clasificación por medio del K-means	9
Figura 6. 1. Variables que influyen en la experimentación.	14
Figura 6. 2. Variables que influyen en la experimentación de la unidad.	16
Figura 6. 3. Freematics One +	17
Figura 7. 1. Gráfica del TPS	21
Figura 7. 2. Gráfica del IAT	21
Figura 7. 3. Gráfica del MAP	22
Figura 7. 4. Gráfica del VSS.....	23
Figura 7. 5. Gráfica del ECT	23
Figura 7. 6. Gráfica del RPM	24
Figura 8. 1. Gráfica de VSS, TPS, MAP y el régimen de giro del motor.	25
Figura 8. 2. Señales de los sensores VSS, MAP, TPS y del PID de RPM.	26
Figura 8. 3. Diagrama de velocidades teórica.	27
Figura 8. 4. Diagrama de velocidades real.	28
Figura 8. 5. Numero de marchas en el diagrama de velocidades reales.	29
Figura 8. 6. Clasificación del K-means.	30
Figura 8. 7. Valores del TPS en ralentí.....	31
Figura 8. 8. Valores del MAP en ralentí.....	32

Figura 8. 9. Valores del RPM en ralentí.	32
Figura 8. 10. Análisis de residuos.....	33
Figura 8. 11. Comportamiento de los residuos con base en la media.	34
Figura 8. 12. Residuos totales de las marchas.	34
Figura 8. 13. Residuos para cada marcha.	35
Figura 8. 14. Proceso de toma de datos por parte del Freematics.	37
Figura 8. 15. Análisis ANOVA.	38
Figura 8. 16. Relación de las medias.	39
Figura 8. 17. Análisis de Tukey de las medias.	39
Figura 9. 1. Reacción del TPS con VSS.	40
Figura 9. 2. Frenos totales hasta 0.	42
Figura 9. 3. TPS en frenado.....	42
Figura 9. 4. MAP en frenado.	43
Figura 9. 5. RPM en frenado.	43
Figura 9. 6. Residuo en frenado.....	44
Figura 9. 7. Relación del TPS con respecto al VSS en un solo instante de frenado.	45
Figura 9. 8. Relación del MAP con respecto al régimen de giro en un solo instante de frenado.	46
Figura 9. 9. Relación del vector de marchas con respecto al VSS en un solo instante de frenado.	47
Figura 9. 10. Ubicación del evento de frenado en el diagrama de velocidades.....	47
Figura 9. 11. Reacción del vector VSS, residuo, MAP, TPS y cambio de marchas en un evento de frenado.....	48

Figura 9. 12. Reacción del residuo ante el cambio de marcha.	49
Figura 9. 13. Comportamiento de los residuos frente al régimen de giro y el VSS.	50
Figura 9. 14. Comportamiento del MAP con respecto a los residuos.	51
Figura 9. 15. MAP frente a los residuos.	51
Figura 9. 16. Comportamiento del Residuo frente al TPS y MAP.	52
Figura 9. 17. Desembrague y embrague en el Residuo.	53
Figura 9. 18. Composición del cuerpo de aceleración motorizado.	54
Figura 9. 19. Gráfica de los vectores MAP, Residuo y Cambio de Marcha del Kia Rio.	56
Figura 9. 20. Gráfica de los vectores VSS, RPM y TPS del Kia Rio.	56
Figura 9. 21. Gráfica de los vectores Cambio de Marcha, Residuos, TPS y MAP del Hyundai I30.	58
Figura 9. 22. Gráfica de los vectores Cambio de Marcha, Residuos, TPS y MAP del Kia Cerato Forte.	59
Figura 9. 23. Gráfica de los vectores Cambio de Marcha, Residuos, TPS y MAP del Accent.	61
Figura 9. 24. Gráfica de los vectores Cambio de Marcha, Residuos y MAP del Hyundai Getz.	62
Figura 9. 25. Grafica de los vectores VSS, RPM y TPS del Hyundai Getz.	63
Figura 9. 26. Grafica del régimen de giro del motor del Hyundai Getz.	64
Figura 9. 27. Cambio de marcha Hyundai Getz.	64
Figura 9. 28. VSS, MAP y TPS del Hyundai Getz.	65
Figura 10. 1. Cambio de Marcha.	66
Figura 10. 2. Desviación Estándar.	67

Figura 10. 3. Desviación estándar con respecto a los cambios de marcha.	68
Figura 10. 4. Grafica del Residuo vs la desviación estándar y el cambio de marchas.	69
Figura 10. 5. Embrague y desembrague en el vector del VSS.	70
Figura 10. 6. Embrague y desembrague en el vector del TPS.....	71
Figura 10. 7. Embrague y desembrague en el vector del régimen de giro (RPM).	72
Figura 10. 8. Embrague y desembrague en el vector del MAP.	72
Figura 10. 9. Embrague y desembrague en diagrama de velocidades.	73
Figura 10. 10. Embrague y desembrague en el vector de residuos.	74
Figura 10. 11. Desembrague y embrague para cada marcha.	74
Figura 10. 12. Cambio de marcha ascendente de neutro a primera.....	75
Figura 10. 13. Cambio de marcha ascendente de primera a segunda.	76
Figura 10. 14. Cambio de marcha ascendente de segunda a tercera.	77
Figura 10. 15. Cambio de marcha ascendente de tercera a cuarta.....	78
Figura 10. 16. Cambio de marcha ascendente de cuarta a quinta.....	79
Figura 10. 17. Cambio de marcha ascendente de quinta a cuarta.....	80
Figura 10. 18. Cambio de marcha descendente de cuarta de tercera.....	81
Figura 10. 19. Cambio de marcha descendente de tercera a segunda.	82
Figura 10. 20. Cambio de marcha descendente de segunda a neutro.	83
Figura 10. 21. Desembrague y embrague para cada marcha.	84
Figura 10. 22. Cambio de marcha descendente de cuarta a segunda.....	85
Figura 10. 23. Cambio de marcha descendente de cuarta a segunda.....	86
Figura 10. 24. Cambio de marcha ascendente de neutro a primera.....	87
Figura 10. 25. Cambio de marcha ascendente de primera a segunda.	88

Figura 10. 26. Cambio de marcha ascendente de segunda a tercera.	89
Figura 10. 27. Cambio de marcha ascendente de tercera a cuarta.	90
Figura 10. 28. Cambio de marcha ascendente de cuarta a quinta.	91
Figura 10. 29. Cambio de marcha descendente de cuarta a segunda.	92
Figura 10. 30. Cambio de marcha descendente de segunda a neutro.	93
Figura 10. 31. Cambio de marcha descendente de segunda a primera.	94
Figura 10. 32. Cambio de marcha descendente de primera marcha a neutro.	95
Figura 11. 1. Diagrama de velocidades.	97
Figura 11. 2. Eventos de frenados en el VSS.	97
Figura 11. 3. Freno.	98
Figura 11. 4. Diagrama de velocidades.	99
Figura 11. 5. Residuos y vector de cambio de marchas.	99
Figura 11. 6. Residuos	100
Figura 11. 7. Grafica del MAP, vector de cambios y los residuos	101
Figura 11. 8. Grafica del VSS, RPM y TPS en frenado	101
Figura 11. 9. Diagrama de velocidades de transmisión.	103
Figura 11. 10. Freno en el VSS	103
Figura 11. 11. Freno en el vector VSS.	104
Figura 11. 12. Freno en el diagrama de velocidades.	104
Figura 11. 13. Vectores de residuos y cambio de marcha en frenado.	105
Figura 11. 14. VSS y MAP en frenado.	106
Figura 11. 15. TPS y RPM en frenado.	106
Figura 11. 16. Desembrague y embrague para cada marcha.	107

Figura 11. 17. Cambio de marcha ascendente de neutro a primera.....	108
Figura 11. 18. Cambio de marcha ascendente de primera a segunda.....	109
Figura 11. 19. Cambio de marcha ascendente de segunda a cuarta.....	110
Figura 11. 20. Cambio de marcha ascendente de cuarta a quinta.....	111
Figura 11. 21. Desembrague y embrague de cada marcha.	112
Figura 11. 22. Cambio de marcha descendente de cuarta a tercera.....	113
Figura 11. 23. Cambio de marcha descendente de tercera a segunda.	114
Figura 11. 24. Cambio de marcha descendente de segunda a primera.	115
Figura 11. 25. Cambio de marcha descendente de primera a neutro.....	116
Figura 11. 26. Desembrague y embrague de marcha superior a inferior.....	117
Figura 11. 27. Cambio de marcha descendente de cuarta a primera.	118
Figura 11. 28. Cambio de marcha descendente de tercera a neutro.	119
Figura 11. 29. Cambio de marcha descendente de segunda a neutro.	120
Figura 11. 30. Cambio de marcha ascendente de neutro a primera.....	121
Figura 11. 31. Cambio de marcha ascendente de primera a segunda.....	122
Figura 11. 32. Cambio de marcha ascendente de segunda a tercera.	123
Figura 11. 33. Cambio de marcha ascendente de tercera a cuarta.....	124
Figura 11. 34. Cambio de marcha ascendente de cuarta a quinta.....	125
Figura 11. 35. Cambio de marcha descendente de cuarta a segunda.....	126
Figura 11. 36. Cambio de marcha descendente de cuarta a neutro.	127
Figura 11. 37. Cambio de marcha descendente de cuarta a tercera.....	128
Figura 11. 38. Cambio de marcha descendente de segunda a neutro.	129
Figura 11. 39. Cambio de marcha descendente de primera a neutro.....	130

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 4. 1. Marcas de vehículos con sistema OBD II	7
Tabla 8. 1. Parámetros para ralentí.....	31
Tabla 9. 1. Parámetros para considerar frenado	41
Tabla 10. 1. Parámetros para considerar embrague y desembrague.....	70
Tabla 12. 1. Vectores del Kia Sportage en frenado	132
Tabla 12. 2. Vectores del Kia Rio en frenado	134
Tabla 12. 3. Vectores del Hyundai Accent en frenado.....	136
Tabla 12. 4. Vectores del Ford EcoSport en frenado.....	137
Tabla 12. 5. Vectores del Kia Sportage en desembrague y embrague 0-1	138
Tabla 12. 6. Vectores del Kia Sportage en desembrague y embrague 1-2.....	138
Tabla 12. 7. Vectores del Kia Sportage en desembrague y embrague 2-3.....	139
Tabla 12. 8. Vectores del Kia Sportage en desembrague y embrague 3-4.....	139
Tabla 12. 9. Vectores del Kia Sportage en desembrague y embrague 4-5.....	140
Tabla 12. 10. Vectores del Kia Sportage en desembrague y embrague 5-4.....	140
Tabla 12. 11. Vectores del Kia Sportage en desembrague y embrague 4-3.....	141
Tabla 12. 12. Vectores del Kia Sportage en desembrague y embrague 3-2.....	141
Tabla 12. 13. Vectores del Kia Sportage en desembrague y embrague 2-0.....	142
Tabla 12. 14. Vectores del Kia Sportage en desembrague y embrague 4-2.....	142

Tabla 12. 15. Vectores del Kia Sportage en desembrague y embrague 3-0.....	143
Tabla 12. 16. Vectores del Kia Picanto en desembrague y embrague 0-1	144
Tabla 12. 17. Vectores del Kia Picanto en desembrague y embrague 1-2	144
Tabla 12. 18. Vectores del Kia Picanto en desembrague y embrague 2-4	144
Tabla 12. 19. Vectores del Kia Picanto en desembrague y embrague 4-5	145
Tabla 12. 20. Vectores del Kia Picanto en desembrague y embrague 4-3	145
Tabla 12. 21. Vectores del Kia Picanto en desembrague y embrague 3-2	146
Tabla 12. 22. Vectores del Kia Picanto en desembrague y embrague 2-1	147
Tabla 12. 23. Vectores del Kia Picanto en desembrague y embrague 1-0	147
Tabla 12. 24. Vectores del Kia Picanto en desembrague y embrague 4-1	148
Tabla 12. 25. Vectores del Kia Picanto en desembrague y embrague 3-0	148
Tabla 12. 26. Vectores del Kia Picanto en desembrague y embrague 2-0	149
Tabla 12. 27. Vectores del Hyundai Accent en desembrague y embrague 0-1	149
Tabla 12. 28. Vectores del Hyundai Accent en desembrague y embrague 1-2.....	150
Tabla 12. 29. Vectores del Hyundai Accent en desembrague y embrague 2-3.....	150
Tabla 12. 30. Vectores del Hyundai Accent en desembrague y embrague 3-4.....	151
Tabla 12. 31. Vectores del Hyundai Accent en desembrague y embrague 4-5.....	151
Tabla 12. 32. Vectores del Hyundai Accent en desembrague y embrague 4-2.....	151
Tabla 12. 33. Vectores del Hyundai Accent en desembrague y embrague 2-0.....	152
Tabla 12. 34. Vectores del Hyundai Accent en desembrague y embrague 2-1	152
Tabla 12. 35. Vectores del Hyundai Accent en desembrague y embrague 1-0.....	152
Tabla 12. 36. Vectores del Ford EcoSport en desembrague y embrague 0-1.....	153
Tabla 12. 37. Vectores del Ford EcoSport en desembrague y embrague 1-2.....	153

Tabla 12. 38. Vectores del Ford EcoSport en desembrague y embrague 2-3.....	154
Tabla 12. 39. Vectores del Ford EcoSport en desembrague y embrague 3-4.....	154
Tabla 12. 40. Vectores del Ford EcoSport en desembrague y embrague 4-5.....	154
Tabla 12. 41. Vectores del Ford EcoSport en desembrague y embrague 4-0.....	155
Tabla 12. 42. Vectores del Ford EcoSport en desembrague y embrague 4-3.....	155
Tabla 12. 43. Vectores del Ford EcoSport en desembrague y embrague 2-0.....	156
Tabla 12. 44. Vectores del Ford EcoSport en desembrague y embrague 1-0.....	156

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 10 1. Cálculo de la desviación estándar.....	67
---	----

ÍNDICE DE ANEXOS

Figura A- 1. Clasificación del K-means.	163
Figura A- 2. Frenos totales hasta 0.	163
Figura A- 3. Desviación estándar con respecto a los cambios de marcha.	164
Figura A- 4. Grafica del Residuo vs la desviación estándar y el cambio de marchas.	164
Figura A- 5. Embrague y desembrague en diagrama de velocidades.	165
Figura A- 6. Embrague y desembrague en el vector de residuos.	165

1. Introducción

Los sistemas de diagnóstico evolucionan con el paso del tiempo, cada vez se generan nuevas herramientas que permiten al técnico especializado la fácil detección de fallos, pero los sistemas de control del vehículo son cada vez más complejos por lo que la utilización de métodos básicos o rudimentarios son más costosos, debido a que estos se centran en las experiencias técnicas, lo que implica desventajas en el tiempo de detección de fallas, falta de asertividad y como consecuencia se tienen altos costos de mantenimiento (Contreras, Arichávala, & Jérez, 2018).

Esta investigación tiene como objetivo de lograr una mejora en los diagnósticos con el propósito de disminuir el tiempo y costo de mantenimiento, a través de la información obtenida por medio del OBD-II DATA LOGGER, el cual registrará todos los eventos ocurridos durante una conducción habitual; mediante el uso de un algoritmo programable se reconocerá y diferenciará las maniobras de conducción, especialmente las operaciones de frenado y el trabajo del mecanismo de embrague. Por medio de un análisis de residuos se presentará los comportamientos que adquieren los sensores MAP, TPS, VSS y el régimen de giro (RPM) formado por los sensores CMP y CKP.

El algoritmo diseñado en la interfaz de Matlab discriminará aquellos valores que no corresponden a los eventos analizados, este presentará en que punto de la trama de datos se produjo estos eventos, además se clasifica a los vehículos de acuerdo con el tipo de aceleración (motorizado y mecánico).

2. Problema

La información que brindan las señales PID's en un vehículo que se encuentra en continúa marcha, están sometidas a influencias externas que alteran su comportamiento, lo que provoca la difícil detección de fallas; estas señales se encuentran influenciadas por los comportamientos de las maniobras de conducción lo que genera errores en el diagnóstico. Cuando se produce averías; en su etapa inicial éstas no generan síntomas, conforme avanza el tiempo se comienzan a agravar volviéndose significativas, lo que genera un aumento en los agentes contaminantes y la disminución del rendimiento del motor por lo que es necesario proponer un sistema de detección y análisis de las señales dadas por los sensores ante eventos generados durante la conducción.

3. Objetivos

3.1. Objetivo general

Caracterizar las señales PID's mediante un modelo matemático para la detección de maniobras de conducción según el proceso de frenado y el mecanismo del embrague.

3.2. Objetivos específicos

- Revisar el estado del arte mediante revisiones bibliográficas sintetizando conceptos importantes de estudio.
- Obtener las señales PID's bajo carga dinámica a través del OBD II data logger según el proceso de frenado y el mecanismo del embrague.
- Analizar mediante un modelo matemático y estadístico el comportamiento de las señales PID's para la segregación de comportamientos de conducción.
- Comprobar los resultados conseguidos mediante la realización de ensayos.
- Desarrollar una base de datos con la información recopilada.

4. Fundamento Teórico

4.1. OBD (On Board Diagnostic - Diagnostico a Bordo)

Es un sistema que a través de normativas establecidas por organismos internacionales tienen como objetivo disminuir la contaminación producida por los vehículos; es una plataforma diseñada para supervisar el rendimiento de los principales componentes del motor, a través de los sensores: CKP, VSS, CMP, MAP, TPS y O2, además de realizar modificaciones al funcionamiento del motor a través de actuadores.

Durante el funcionamiento vehicular las fallas, desperfectos o deficiencias no se encuentran en su etapa inicial son detectados por la ECU que a su vez genera advertencias visuales al conductor.

4.2. Antecedentes

En 1970 la contaminación ambiental llegó a ser un serio problema social. La agencia de Protección Ambiental (EPA) estableció límites hacia los vehículos. Al comienzo de los años 80 las casas productoras de vehículos comenzaron a implementar sistemas de control electrónicos cuyo elemento importante fue la introducción de computadoras llamadas ECU, quienes controlaban el combustible del motor, el aire y sistemas de control de emisiones.

A comienzo de 1982 en el estado de California la Junta de Recursos del Aire de California con los acrónimos (CARB) comenzó a desarrollar regulaciones que exigía a todos los vehículos que vendrían a tener un sistema que permita detectar fallas de emisiones. Este

originalmente supervisaba al sensor de oxígeno, sistema EGR, sistema de suministro de combustible y al módulo de control del motor, a esto se lo llamó OBD I.

El problema surge a que cada marca diferente de vehículo tenía su propio conector patentado, interfaces y protocolos propios. Un mecánico al querer acceder a la información de diagnóstico necesitaba comprar herramientas propias de cada marca.

Para inicios de los 90, la sociedad de Ingenieros Automotrices (SAE) y la Organización Internacional de Normalización (ISO) emitieron que todos los vehículos vendidos a partir de 1996 deben tener un OBD normalizado denominado OBD II, de carácter obligatorio para 1994 los primeros vehículos en tener sistemas OBD II fueron Buick Regal 3800 V6, Corvette, Lexus ES3000, Toyota Camry (1MZ-FE 3.0L V6) y pickup T100 (3RZ-FE 2.7L cuatro), Ford Thunderbird y Cougar 4.6L V8, y Mustang 3.8L V6. Los vehículos 1995 con OBDII incluyen Chevy / GMC S, pastillas de la serie T, Blazer y Jimmy 4.3L V6, Ford Contour & Mercury Mystique 2.0L cuatro y 2.6L V6, Chrysler Neon, Cirrus y Dodge Stratus, Eagle Talon 2.0L DOHC (nonturbo), y Nissan Máxima y 240 SX. Para 2001 la Unión Europea hizo EOBD (diagnostico a bordo europeo) obligatorio para todo vehículo a gasolina vendido para los países miembros; tres años más tarde estos estándares fueron aplicados para automóviles diésel. En 2006 estos requisitos fueron exigidos para Corea del Sur.

4.2.1. OBD I. Este fue un sistema de diagnóstico a bordo de primera generación que fue obligatorio en los Estados Unidos en la década de 1980 con el propósito de reducir las emisiones. En aquellos tiempos era complicado poder diagnosticar con este sistema, puesto que cada marca vehicular tenía sus propios protocolos y gran variedad de conectores, por tanto, la adquisición de dichos conectores para poder llevar a cabo el diagnóstico de falla era de difícil acceso.

El sistema de diagnóstico a bordo de primera generación OBD I informaba las posibles disfunciones del motor. Hoy en día este sistema ha sido actualizado por otro más complejo y eficiente que es el (OBD II).

4.2.2. OBD II. El sistema OBD II es una evolución del OBD I que hoy en día se localizan, estos cumplen con estándares de emisión EPA; el OBD II controla y monitorea en su totalidad al motor, lo que logra ser un sistema efectivo.

Tabla 4. 1.

Ejemplos de marcas con sistema OBD II

Marca	Protocolo	Pines
GM	SAE J1850 VPW (Modulación de ancho de pulso variable)	2, 4, 5 y 16, pero no en 10
Chrysler, importaciones europeas y asiáticas	ISO 9141/ KWP2000	4, 5, 7, 15 y 16
Todos los vehículos 2008 y posteriores	ISO 14230 KWP	4, 5, 7, 15 y 16
Ford	SAE J1850 PWM (modulación de ancho de pulso)	2, 4, 5, 10 y 16
Todos los vehículos 2008 y posteriores	CAN	4, 5, 6, 14 y 16

4.2. Inteligencia Artificial

Es la parte de la ciencia e ingeniería, que se encarga, desde el punto de vista informático, la comprensión por parte de los ordenadores, es decir hacer inteligentes a los procesadores (Pino Diez, Gómez, & Martinez).

4.2.1. Máquinas de soporte vectorial (SVM). Es una técnica utilizada para clasificar mediante la etiquetación a objetos, que analiza dos clases distintas de valores de entrada los cuales son lineales y no lineales y que posteriormente se representan en un hiperplano separadas entre ellas, se toma en cuenta como una solución óptima al máximo margen entre ellas.

Las máquinas de soporte vectorial son convenientes para la aplicación de datos complejos con ruido.(Camacho Sosa, 2016)

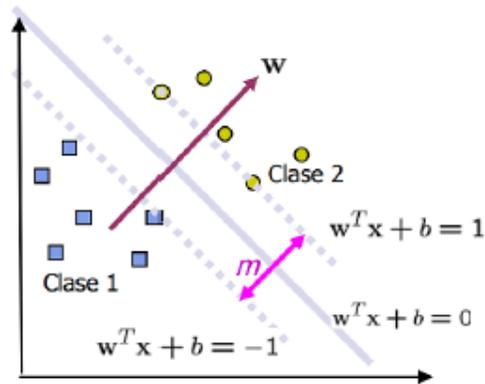


Figura 4. 1. Frontera de decisión

Fuente: (Betancourt, 2005)

4.2.2. Algoritmo K-means. Es un algoritmo de clasificación diseñado por McQueen en 1967, es uno de los mas simples para la resolución del problema de clusterización, este agrupa los objetos en k grupos basándose en sus características. El agrupamiento se lo realiza con la minimización de la suma de distancias entre cada objeto y el centroide de su grupo o cluster.

Este algoritmo se compone de los siguientes pasos:

- Sitúa KK puntos en el espacio en el que "viven" los objetos que se quieren clasificar. Estos puntos representan los centroides iniciales de los grupos.
- Asigna cada objeto al grupo que tiene el centroide más cercano.
- Tras haber asignado todos los objetos, recalcula las posiciones de los KK centroides.

- Repite los pasos 2 y 3 hasta que los centroides se mantengan estables. Esto produce una clasificación de los objetos en grupos que permite dar una métrica entre ellos.



Figura 4. 2. Clasificación por medio del K-means

Fuente: (Sancho Caparrini Fernando, n.d.)

4.3. Sensores Automotrices

En los últimos 30 años la evolución de los sistemas electrónicos ha sido significativa, aun se continúa en el control de los sistemas mecánicos mediante la electrónica; conforme avanza el tiempo se crean sistemas más complejos que logran altos niveles de control y seguridad; los vehículos actuales contienen una gran cantidad de sensores que envían datos para las funciones de rendimiento, seguridad y comodidad, con la tendencia que han tenido las casas fabricantes hacia el uso de sistemas controlados electrónicamente, como por ejemplo, dirección asistida o control crucero que ha creado nuevos desafíos para los desarrolladores de los sensores. Actualmente existen una gran variedad de sensores que no solo intervienen

en el funcionamiento del motor, tienen aplicaciones en sistemas que facilitan el manejo y la comodidad hacia el pasajero o conductor.

Un sensor es un dispositivo que detecta y responde a cierto tipo de entrada del entorno físico, estas entradas pueden ser luz, humedad, presión, flujo de aire, calor, es decir cualquier fenómeno que se produce en el ambiente, para el caso de un automóvil este recoge la información y la transforma en una señal electrónica reconocible para el humano y la ECU.

Son varias aplicaciones que tienen los sensores, pero los más importantes son los que intervienen en el control y monitoreo del motor.

4.3.1. Vehicule Speed Sensor (VSS). Ubicado en el transeje del cable del velocímetro, este genera una forma de onda que varía según la frecuencia, el VSS se encarga de informar a la ECU la velocidad del vehículo con el propósito de controlar el velocímetro y el odómetro

4.3.2. Manifold Absolute Pressure Sensor (MAP). Localizado en el múltiple de admisión del vehículo, determina la diferencia de presiones en el interior y exterior del colector como también el vacío del múltiple para el ajuste de inyección del combustible; la señal del MAP permite el calculo de la cantidad de combustible que debe ser inyectado

4.3.3. Throttle Position Sensor (TPS). Situado en el cuerpo de aceleración, el cual se encarga de monitorear la posición de la mariposa del acelerador; el TPS es un tipo de resistencia variable que puede ser potenciómetro que varía su resistencia en función de su posición, entrega la señal al módulo de control quien se encargará con base en esa información el modificar el tiempo de inyección.

4.3.4. Crankshaft Position Sensor (CKP). Se ubica en la parte inferior del motor cerca de la polea del cigüeñal, este consta de un imán permanente el cual es aplicado una corriente eléctrica proveniente del módulo de control, esto permite generar un campo magnético el cual es interrumpido por los dientes del volante del cigüeñal, el cual genera una señal que varía de forma analógica de 0 a 5v; además mide la aceleración y desaceleración del cigüeñal, la ECU con base a esta información varía los parámetros del relé de la bomba (activación), regula el punto de encendido y tiene control en ralentí del motor.

4.3.4. Camshaft Position Sensor (CMP). Sensor CMP o sensor de posición de árbol de levas es un sensor de tipo Hall en caso para algunos vehículos o generador de pulsos magnéticos idéntico al sensor CKP, localizado en un costado cerca del árbol de levas que permite monitorear la posición en que se encuentra el árbol de levas, el cual posee ranuras que permite la lectura del sensor; conjuntamente con el CKP el módulo de control electrónico determina cuando el primer pistón se encuentra en compresión, información requerida para establecer la inyección de combustible, proceso de ignición y la sincronización de las válvulas en el caso de ser estas variables.

5. Estado del Arte

(Malekian, Moloisane, Nair, Maharaj, & Chude-Okonkwo, 2017). Diseñaron un sistema inalámbrico que mide la velocidad y el consumo de combustible de una flota de vehículos, además de tener un rastreo satelital, estos datos son transmitidos a través de Wifi a un servidor remoto, quienes desarrollaron una interfaz gráfica para el análisis de datos.

(Hallac et al., 2016) Realiza un análisis de conjuntos de datos reales a través de registradores que almacenan la lectura de sensores en una zona determinada, lo que identifican con datos prometedores que en curvas son capaces de distinguir mediante patrones de conducción únicos en zonas rurales pues no se dan limitaciones que perjudiquen el análisis, así mismo clasifican a los conductores con buenos resultados en dicha zona, lo que permite adquirir estilos de conducción individuales.

(Henriksson, 2016) desarrolló un marco de reconocimiento de patrones que clasifican el contexto de conducción en función de la velocidad del vehículo, ángulo de giro del volante, etc. Aplicados en entornos normales de conducción, utilizan cuatro modelos de reconocimiento de patrones: regresión logística, máquinas de soporte vectorial y un modelo de línea de base simple para la clasificación, en base al tipo de carretera. Lo que permite diseñar sistemas que mejoraran la eficiencia del combustible, la seguridad de los pasajeros y la minimización del desgaste del vehículo.

(Goo Lee, Kuk Park, Kwon Jung, & Jae Yoo, 2011). Proporcionan que los patrones de identificación en el cual cada uno ha sido codificado, formándose una valiosa fuente de información y una herramienta de diagnóstico para la solución de problemas, todo esto con ayuda de un ELM 327 que almacena los parámetros como valores de referencia para modelos de estimación, realizan regresiones con la toma de medidas para posteriormente ajustar a las ecuaciones matemáticas. Trabajan con dispersiones relacionadas entre RPM y TPS con el ajuste de sus respectivos datos a un polinomio cuadrático mediante métodos de mínimos cuadrados con Matlab, lo que obtuvieron relaciones positivas de dichos sensores y las funciones de regresión.

(Dzhelekarski & Alexiev, 2005) Obtuvieron un sistema que interpretaba y leía los datos de diagnóstico del sistema OBD, aplicable para protocolos ISO 9141-2 y ISO 1430. Estos son los más comunes para Europa, el software fue programado en lenguaje C++ y proporciona un gráfico al usuario que muestra los parámetros de identificación de los sensores, además de sus graficas. El modo de conexión a la capa física, de datos y la de aplicación están representadas por la jerarquía de clase DtConnection, DiagMessage y DiagService.

6. Marco Metodológico

6.1. Diseño Experimental

Son modelos estadísticos clásicos que tienen como principal objetivo el de encontrar determinados factores que puedan influir en una variable de interés, en caso de existir se lo cuantifica, es decir analiza los efectos de las variables de entrada sobre una variable de salida con la realización de pruebas en el cual se recolectan los datos.

Existen factores que intervienen en el estudio que son las variables entrada, ruido, bloqueo y salida, a continuación, se aprecia en la figura 6.1.

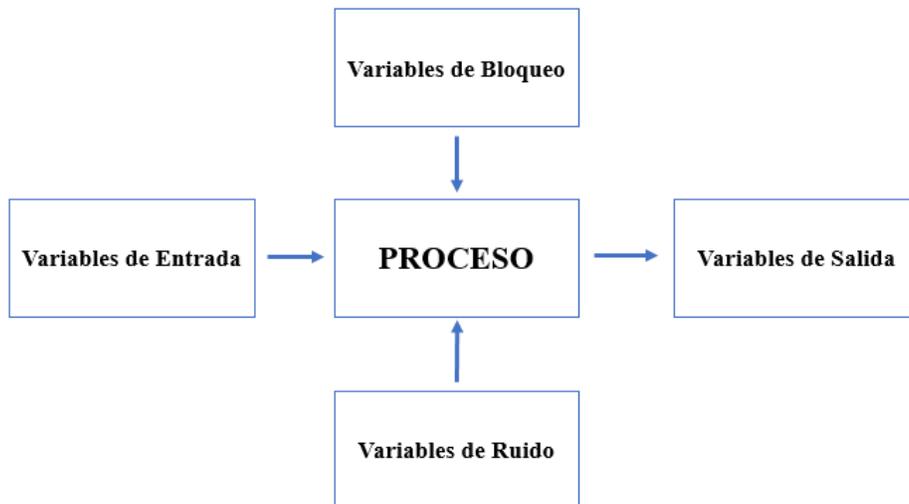


Figura 6. 1. Variables que influyen en la experimentación.

6.1.1. Variables de entrada. Las variables de entrada son aquellas que actúan e influyen sobre la variable de salida, con independiencia entre ellas, como es el caso de conductor, ruta y tráfico.

6.1.2. Variables de bloqueo. Las variables de bloqueo son aquellas que permiten controlar, en este caso el vehículo y la temperatura de funcionamiento.

6.1.3. Variables de ruido. Las variables de ruido son aquellas que pueden influir sobre las variables de salida pero que durante el avance de la experimentación no se pueden controlar, aunque si monitorear aquellas como la temperatura ambiente, humedad relativa del aire y la presión atmosférica.

6.1.3. Variables de salida. Este tipo de variable permite ver el resultado del proceso, para este caso obtener variaciones y comportamientos de los sensores como es velocidad, presión absoluta, apertura de la mariposa de aceleración y revoluciones por minuto.

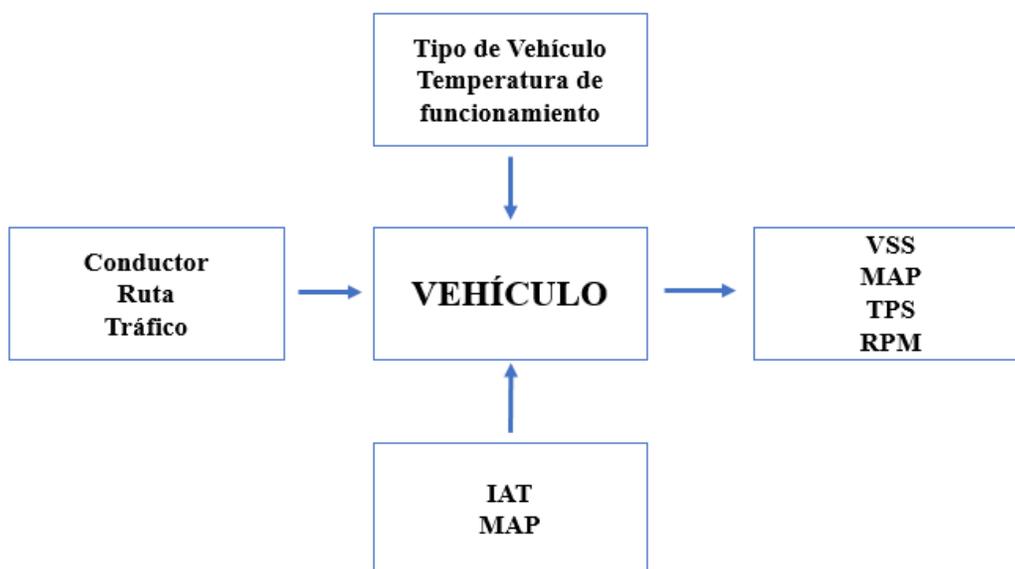


Figura 6. 2. Variables que influyen en la experimentación de la unidad.

6.1.4. Unidad experimental. Es el objeto que sirve para obtener un valor que representa un resultado del experimento, necesario para establecer la unidad de experimentación, que depende del proceso que se va a analizar (Gutierrez Pulido & Salazar, 2008).

6.1.5. Desarrollo de la obtención de datos. El almacenamiento de los datos es de manera automática mediante la conexión del Freemantics con el puerto DLC, cabe aclarar que, para llevar a cabo la adquisición de datos, los vehículos deben constar con sistema OBD II el cual ya es normalizado y estandarizado para el reconocimiento del dispositivo. Los vehículos con dicha plataforma son comunes en nuestro medio, como es en la ciudad de Cuenca.

6.1.6. Freematics ONE +. Dispositivo creado por la empresa australiana Freematics, versión mejorada del Freematics ONE. Es un dongle OBD que se conecta al vehículo a través del puerto DLC, el cual se encarga de registrar todos los datos independientes o del computador cuyos valores son obtenidos en tiempo real y almacenados en una tarjeta flash o microSD y transmisibles a través de Wifi o red celular (Huang Kevin & Huang Stanley, 2016).



Figura 6. 3. Freematics One +

6.1.7. Sistema de adquisición de datos. Consta de un módulo de control electrónico encargado de monitorear el control del vehículo, sensores automotrices, dispositivo de adquisición Freematics ONE+ y software programable; el dispositivo almacenará todos los parámetros de identificación de los sensores los cuales serán clasificados e interpretados en un ordenador por medio del software Matlab.

7. Obtención de Señales PID's Bajo Carga Dinámica a Través del OBD II Data Logger Según el Proceso de Frenado y el Mecanismo del Embrague.

Para la obtención de datos se realiza en vehículos de categoría M1 los mismo que son de uso frecuente, el estado del vehículo no se tomará en cuenta debido a que se quiere adquirir las señales y el comportamiento que dependerán exclusivamente del conductor y la trayectoria; posteriores investigaciones se encargarán de estudiar estilos de conducción y otros campos de análisis.

7.1. Unidad experimental

7.1.1. Desarrollo de la obtención de datos. El almacenamiento de los datos es de manera automática mediante la conexión del Freematics con el puerto DLC, cabe aclarar que, para llevar a cabo la adquisición de datos, los vehículos deben constar con sistema OBD II el cual ya es normalizado y estandarizado para el reconocimiento del dispositivo.

7.2. Desarrollo para obtención de datos bajo carga dinámica

7.2.1. Protocolo de adquisición de datos. Actualmente se cuenta con cinco protocolos de comunicación para cada marca de vehículo, estos patrones OBD II son universales: SAE J1850 PWM, SAE J1850 VPW, ISO 9141-2, ISO 14230 KWP 2000, ISO 15765 CAN, y BUS CAN. Para garantizar la obtención de datos se debe seguir los siguientes pasos mostrados a continuación.

Preparar los dispositivos de adquisición de datos:

- Estado visual del Freematics.
- Tarjeta microSD de almacenamiento libre de datos; para evitar error de análisis con datos anteriores.
- Con el vehículo apagado se coloca el Freematics en el puerto DLC.
- Posteriormente se enciende el vehículo y automáticamente empieza el almacenamiento.
- Por cada encendido del vehículo se genera un nuevo archivo de datos.
- Completada la obtención de datos se procede a la extracción de la tarjeta de memoria.

7.3. Obtención de datos bajo carga dinámica

Posterior al protocolo adquisición de datos, se procede al manejo normal bajo carga dinámica, que se realiza en la conducción del vehículo en zonas urbanas, el cual graba y almacena de manera automática.

Una vez guardados los datos en la memoria se los ingresa a un script desarrollado por (Abelardo, 2018). Esta programación se encarga de clasificar los datos provenientes de distintos sensores (TPS, IAT, MAP, VSS, ECT), estos son filtrados, procesados y se obtienen graficas de su comportamiento; es decir señales PID's, guardándolos en diferentes vectores de datos.

7.3.1. Comportamiento de señales. Las señales obtenidas bajo carga dinámica son de un vehículo tipo M1, el cual no tuvo ninguna modificación o mantenimiento alguno, la prueba de la experimentación se la realizó a una conducción habitual sin tener seleccionado algún trayecto específico.

7.3.1.1. Parámetro de identificación (PID) del sensor TPS. Por medio del programa de adquisición de datos, se puede verificar el funcionamiento que tiene el sensor al monitorear la posición de la mariposa de aceleración, la señal que se muestra es de carácter transitoria, que opera entre 0 al 100%, como se puede apreciar en la figura 7.1.

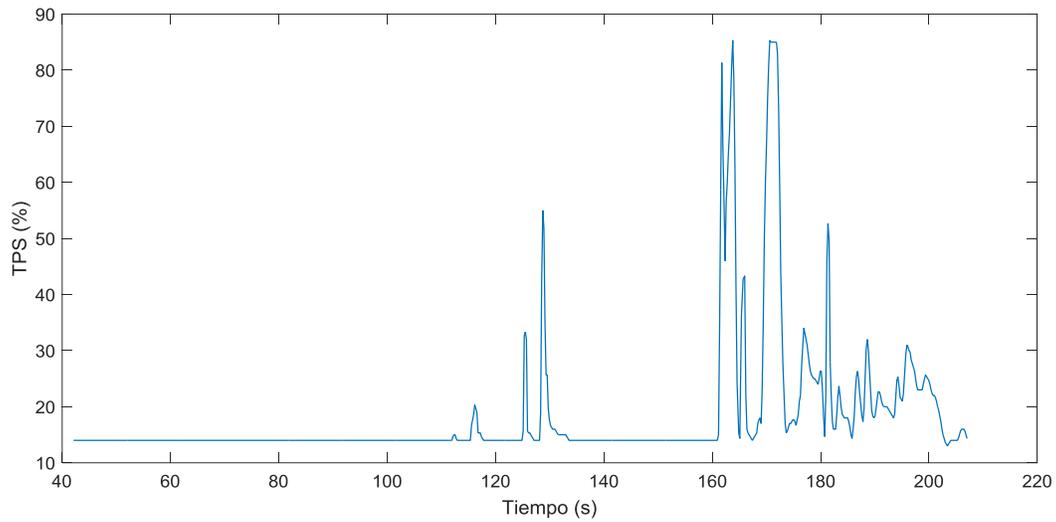


Figura 7. 1. Gráfica del TPS

7.3.1.2. Parámetro de identificación (PID) del sensor IAT. La señal de la IAT varía conforme la temperatura aumenta o decrece a lo largo del tiempo, los cambios que sufre no son repentinos, este opera entre -40°C a 215°C , como se aprecia en la figura 7.2.

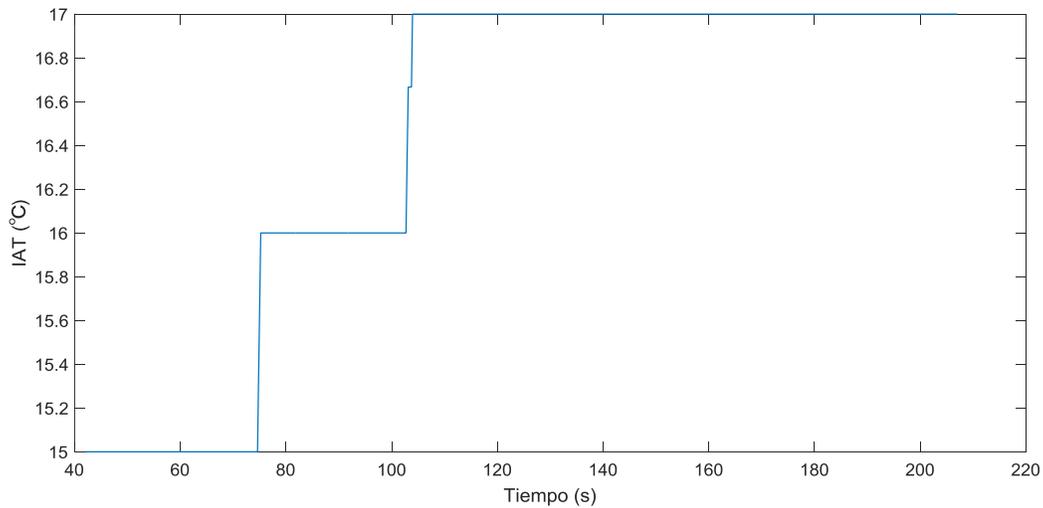


Figura 7. 2. Gráfica del IAT

7.3.1.3. Parámetro de identificación (PID) del sensor MAP. La señal obtenida muestra la depresión generada en el colector de admisión, éste tendrá variaciones de acuerdo con la carga y aceleraciones que se le exija al motor, se puede establecer el valor que tiene este sensor en ralentí, que trabaja en un rango de 0 a 255 KPa, como se aprecia en la figura 7.3.

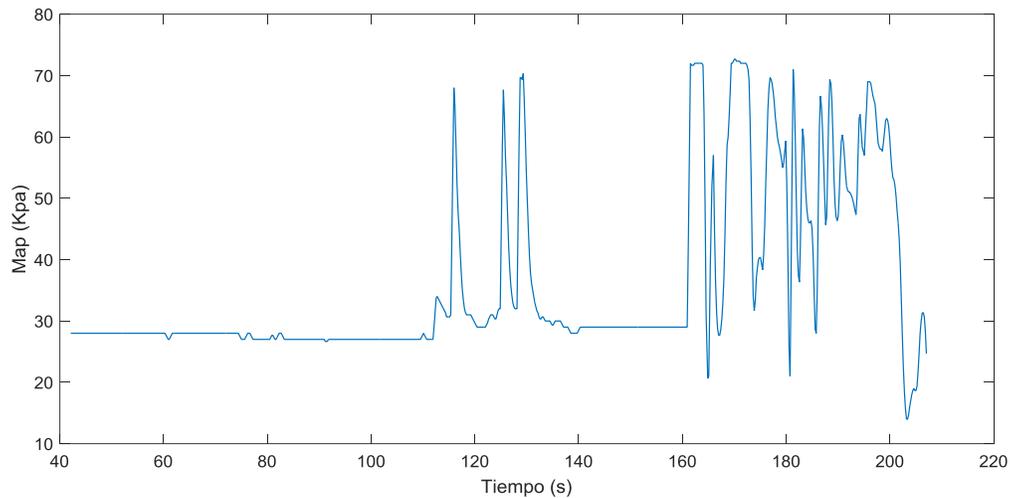


Figura 7. 3. Gráfica del MAP

7.3.1.4. Parámetro de identificación (PID) del sensor VSS. A través de la gráfica obtenida se puede observar que el comportamiento de la señal es proporcional a la velocidad del vehículo, el cual trabaja de 0 a 255Km/h, como se puede apreciar en la figura 7.4.

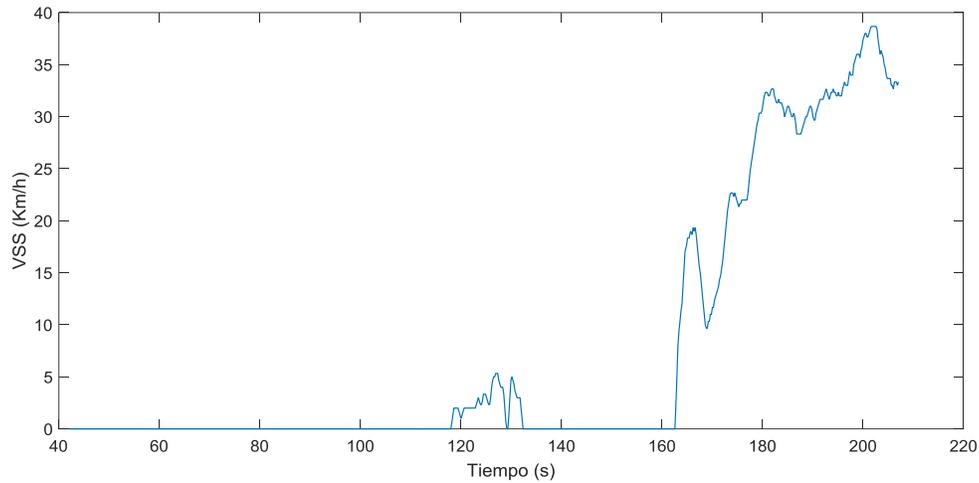


Figura 7. 4. Gráfica del VSS

7.3.1.5. Parámetro de identificación (PID) del sensor ECT. El comportamiento de la señal es transitoria, pues la temperatura a la que se encuentra el motor es normal, cabe destacar que se puede presenciar un valle formado por la señal lo cual corresponde al momento del encendido; se tiene un rango de funcionamiento de -40°C a 215°C , como se puede apreciar en la figura 7.5.

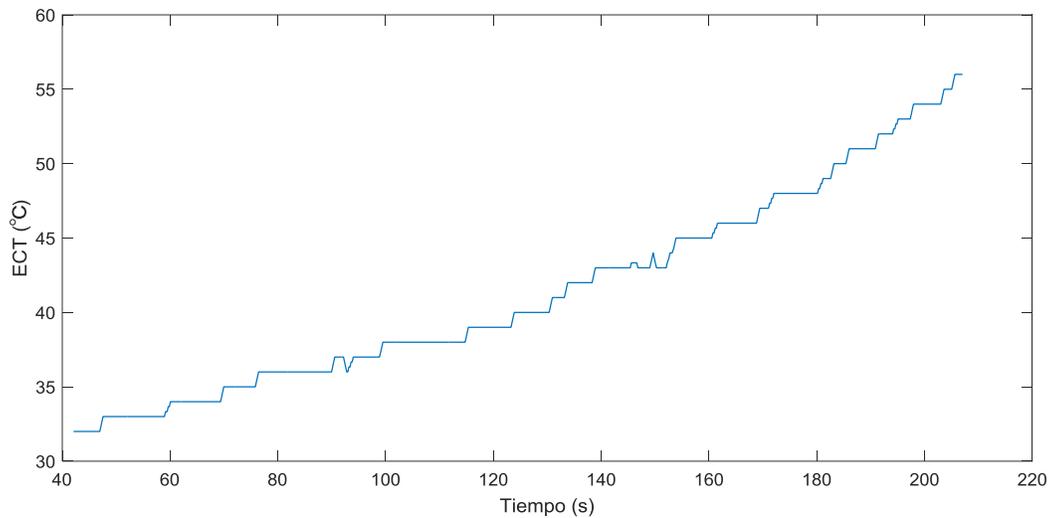


Figura 7. 5. Gráfica del ECT

7.3.1.6. Parámetro de identificación (PID) RPM. La gráfica obtenida indica que el comportamiento del motor es moderado; hay que tomar en cuenta que el régimen de giro en altas revoluciones es necesario para realizar el cambio de marcha, el mismo que opera entre 600 a 1000 RPM en estado ralentí, como se puede apreciar en la figura 7.6.

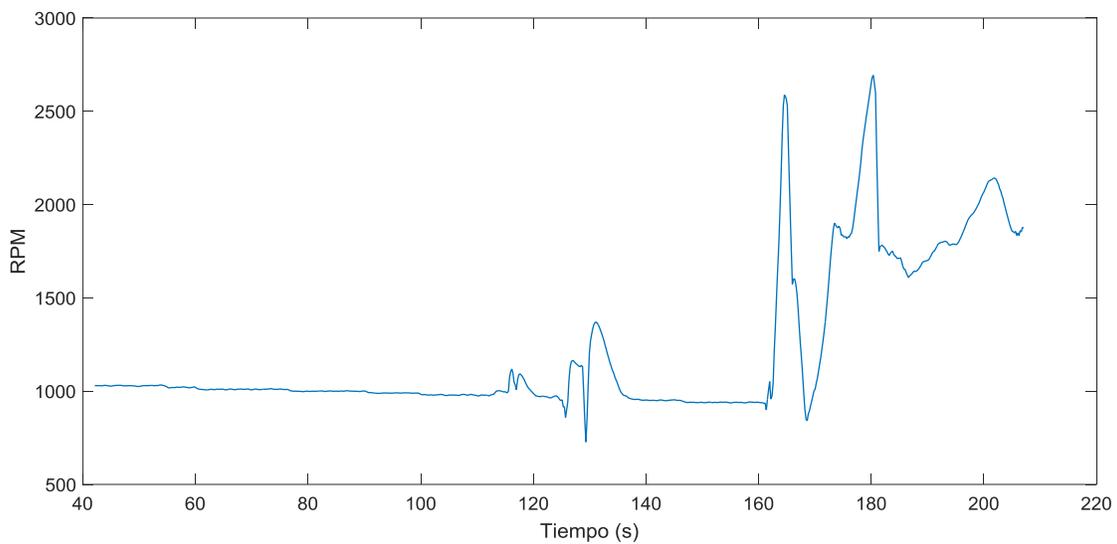


Figura 7. 6. Gráfica del RPM

8. Análisis de datos mediante un modelo matemático y estadístico de las señales PID's

Cada sensor es encargado de medir una magnitud física en un determinado punto del vehículo, ya sea la velocidad, la posición de la mariposa de aceleración o la presión en el múltiple de admisión, estos datos son enviados a la ECU para su procesamiento, análisis y toma de decisión por parte del módulo. Los parámetros PID's de los sensores registran todos

los eventos que se producen en el vehículo, ya sea una acción de frenado, freno motor, arranque o la acción de desembragado para el cambio de marcha.

En esta sección se concentrará en analizar la reacción que tomaran los parámetros PID's bajo los eventos dinámicos en frenado el cual el vehículo se detendrá completamente, seguido del análisis de la acción de conexión y desconexión del motor con respecto a las ruedas (embrague y desembrague). Los sensores propicios y convenientes para identificar estos eventos son los siguientes: MAP, VSS, TPS y el PID del régimen de giro, como se puede apreciar en la figura 8.1.

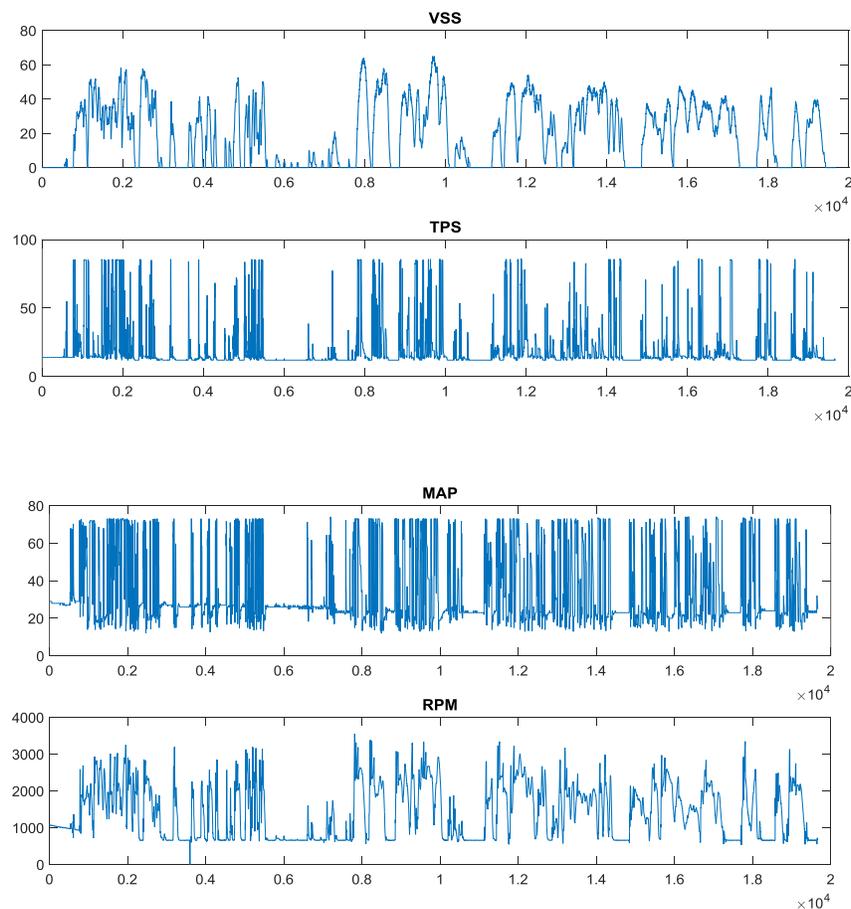


Figura 8. 1. Gráfica de VSS, TPS, MAP y el régimen de giro del motor.

8.1. Análisis de comportamiento de señales

Se puede observar en la figura 8.2 que el vehículo se encuentra totalmente detenido, el cual se verifica que dicha información con la señal del VSS que mantiene la velocidad en cero, de igual forma la apertura de la mariposa se encuentra lo que indica un porcentaje de cero por ciento, así mismo el motor se encuentra en ralentí, el régimen de giro se mantiene constante, de igual forma para el sensor MAP. Cuando empieza a acelerar la señal del TPS aumenta conforme con la velocidad con desfase en sus señales, de igual forma para el sensor MAP que aumenta el valor de depresión con respecto al desarrollo del motor.

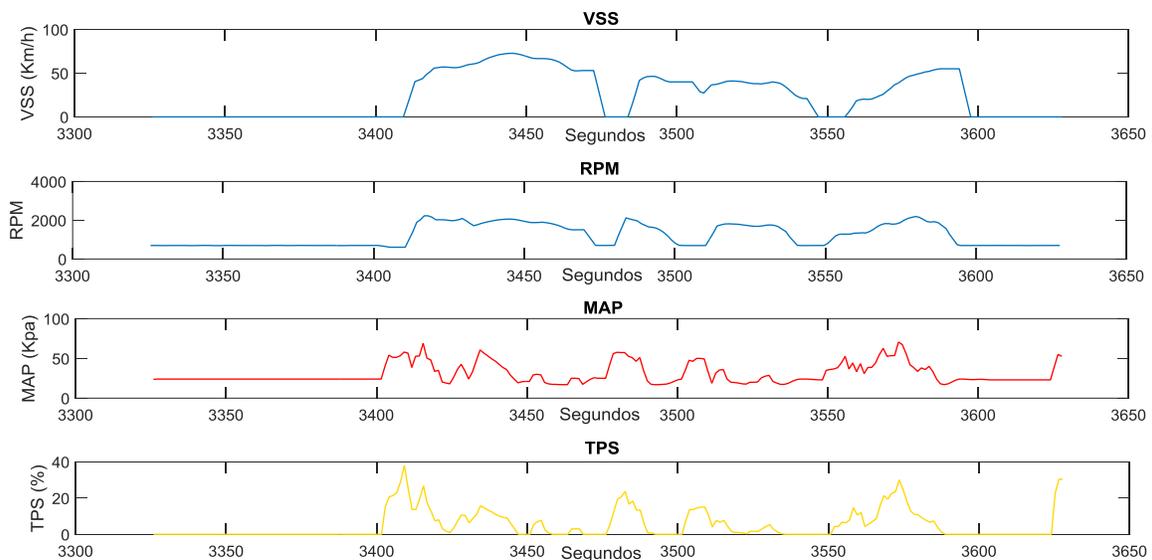


Figura 8. 2. Señales de los sensores VSS, MAP, TPS y del PID de RPM.

La información que se encuentra almacenada en los diferentes vectores del VSS y el régimen de giro permiten graficar el diagrama de velocidades de transmisión, el cual muestra el comportamiento de dichos vectores vs las marchas del vehículo. A continuación, se encuentra una comparación del diagrama teórico con el real. Figura 8.3.

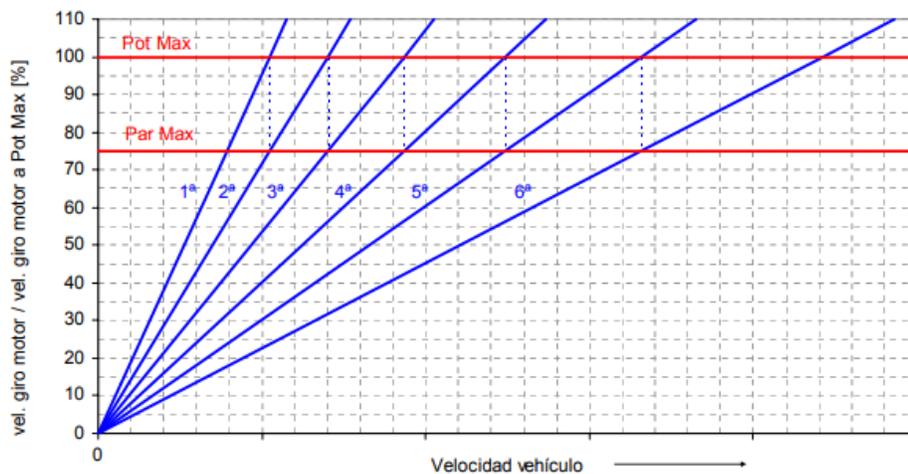


Figura 8. 3. Diagrama de velocidades teórica.

Fuente: (Barcelonatech, n.d.)

Se tiene en cuenta que ambos tienen una gran similitud en su comportamiento, a pesar de la dispersión de los puntos en el diagrama real, con base en el diagrama teórico se tiene que sobre las 3000 RPM al realizar el cambio de marcha se obtiene un menor consumo y mejor aprovechamiento del par motor, estos esquemas dependerán exclusivamente de la cantidad de marchas, así como la relación de transmisión, pisada del neumático y la relación final que tiene la caja con las ruedas, se puede apreciar en la figura 8.4

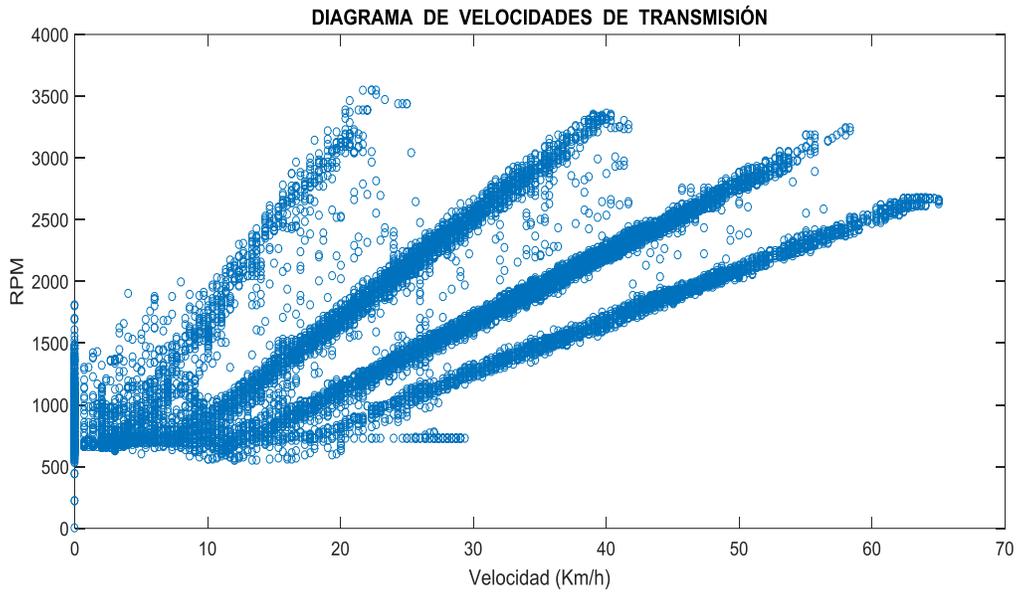


Figura 8. 4. Diagrama de velocidades real.

Gran parte de estos puntos se agrupan de acuerdo con la marcha a la que fue generada, concentrándose en su mayoría en segunda, tercera y cuarta marcha, lo que indica que el conductor se mantuvo gran parte de su trayecto en dichos cambios. Además, visualmente esta concentración de puntos se los puede clasificar de acuerdo con el número de marchas mostradas, se puede apreciar en la figura 8.5.

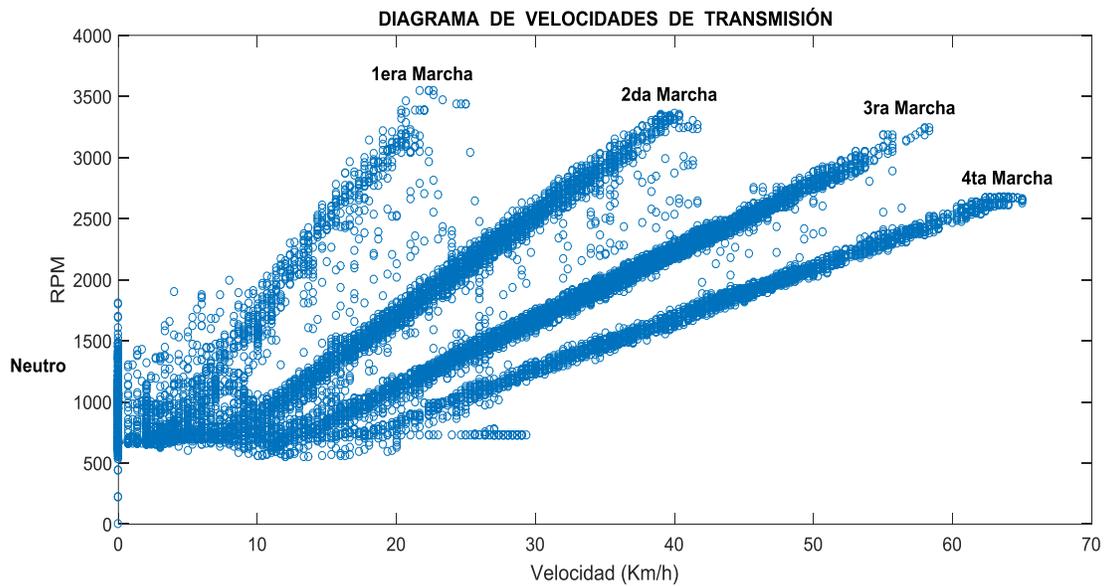


Figura 8. 5. Numero de marchas en el diagrama de velocidades reales.

8.1.1. Kmeans clustering. Mediante el algoritmo de Lloyd, clasificador de centroide más cercano o `k-means_clustering`, permite clasificar los puntos de los vectores en cada una de las marchas, agrupándolos sin la necesidad de tener una variable dependiente, encontrándose los valores de los centroides para cada marcha, el cual clasifica los datos de acuerdo con la distancia que tienen los puntos para cada centroide. Figura 8.6.

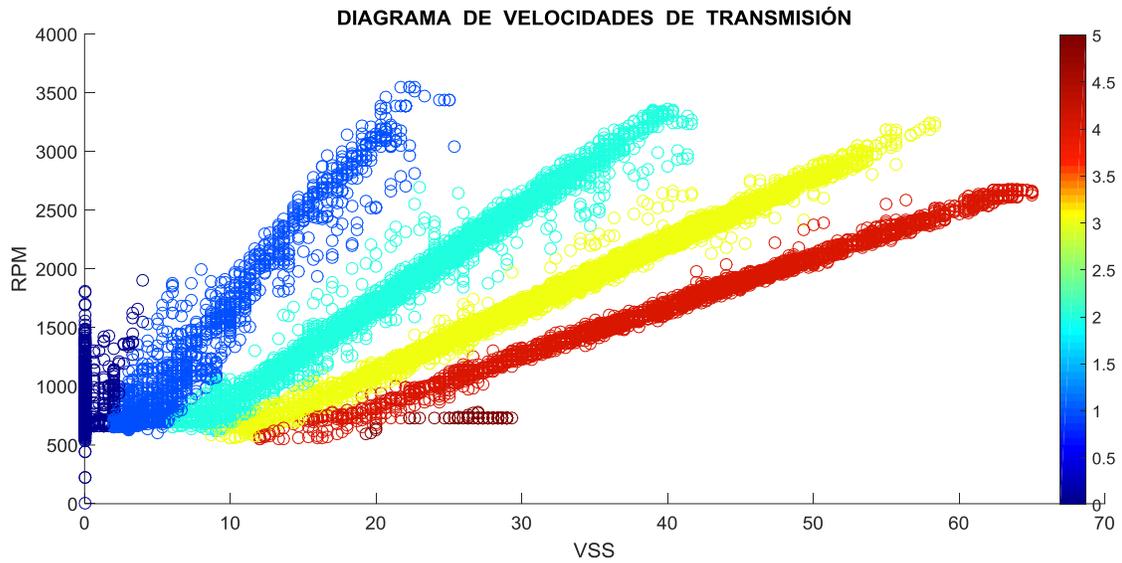


Figura 8. 6. Clasificación del K-means.

A continuación se obtiene una clasificación que concuerda con el número de marchas utilizadas en la prueba de experimentación, cada agrupación queda guardada en un vector lógico que es multiplicado por la relación del VSS sobre el régimen de giro.

8.1.2. Análisis en estado de ralentí. Ralentí es un régimen mínimo de revoluciones que tiene el vehículo, en el cual el motor funciona de manera estable. Las señales de los PID's mantienen valores, por lo que es necesario conocer cuáles son los valores que adquieren estas señales, mediante la creación de un script que se encargará de encontrar en qué punto el motor se encuentra en ralentí, el mismo que utiliza los parámetros establecidos en la siguiente tabla.

Tabla 8. 1. Parámetros para ralentí

Sensor	Comportamiento de señal
TPS	Cerrado la mariposa aceleración, con valores mínimos constantes
VSS	La velocidad en cero, manteniéndose constante

El script discrimina con base aquellos dos parámetros los valores contenidos dentro de los vectores del MAP, TPS y RPM, aquellos valores que no correspondan lo transforma en cero; estos valores varían del tipo de vehículo utilizado.

8.1.2.1. TPS en ralentí. Para ralentí la mariposa de aceleración debe permanecer cerrada, en este caso el valor que toma la ECU de 12 % tal como se muestra en la figura 8.7.

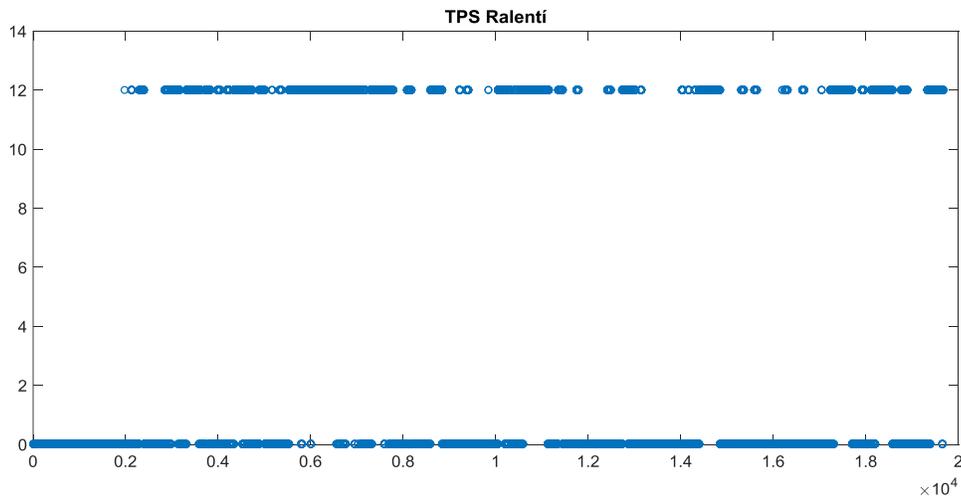


Figura 8. 7. Valores del TPS en ralentí.

8.1.2.2. MAP en ralentí. De acuerdo con el resultado obtenido del script muestra que el valor de ralentí oscila entre los 22 a 27 Kpa, mostrado en la figura 8.8.

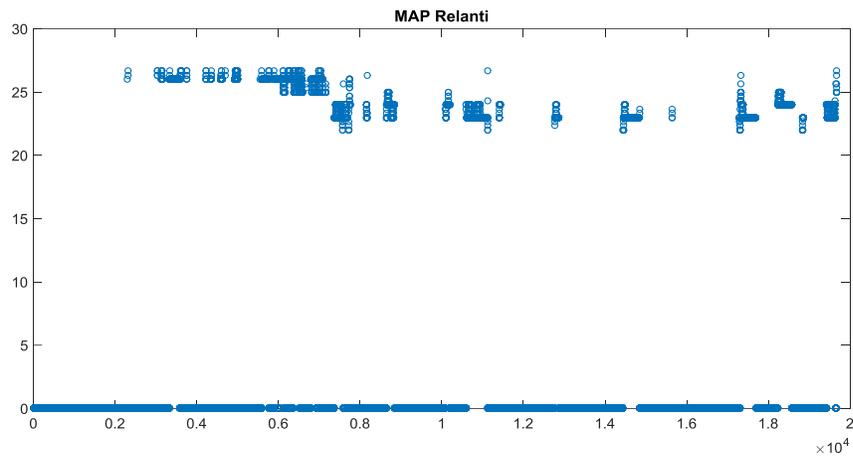


Figura 8. 8. Valores del MAP en ralentí.

8.1.2.3. RPM en ralentí. Para este apartado el valor del régimen de giro oscila entre las 600 a 725 RPM para un estado de ralentí, como lo indica la figura 8.9.

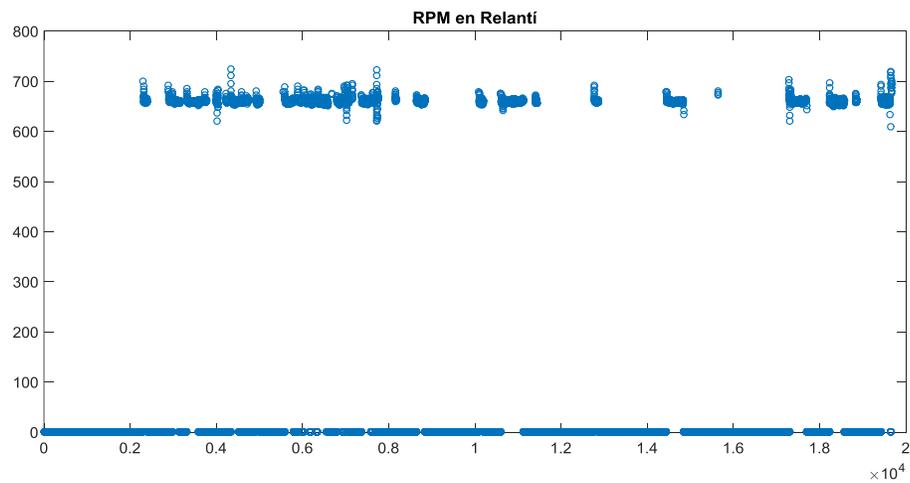


Figura 8. 9. Valores del RPM en ralentí.

8.1.3. Análisis de residuos. Llamado residuos a la diferencia que tienen los valores observados o adquiridos experimentalmente contra los valores que se predicen a partir de una recta de regresión.

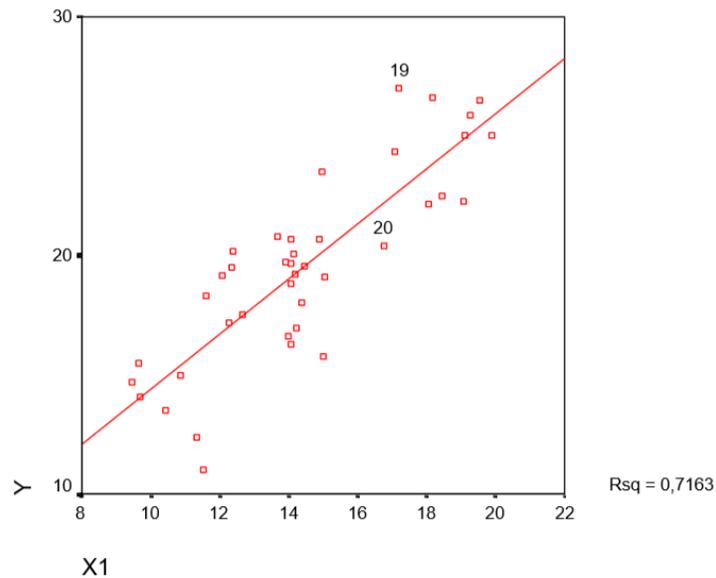


Figura 8. 10. Análisis de residuos.

Fuente: (Republica, 2002)

Tal como es el caso de la figura 8.11, todos los puntos de la trama de datos contienen una distancia hacia la línea de tendencia, esa distancia puede variar de acuerdo con diferentes factores, el valor de los residuos puede ser positivos como negativos.

En la figura 8.12 se tiene a la recta teórica frente a los valores reales que se obtienen mediante el uso del Freematics, el cual es la gráfica del VSS con respecto al régimen de giro del motor, RPM.

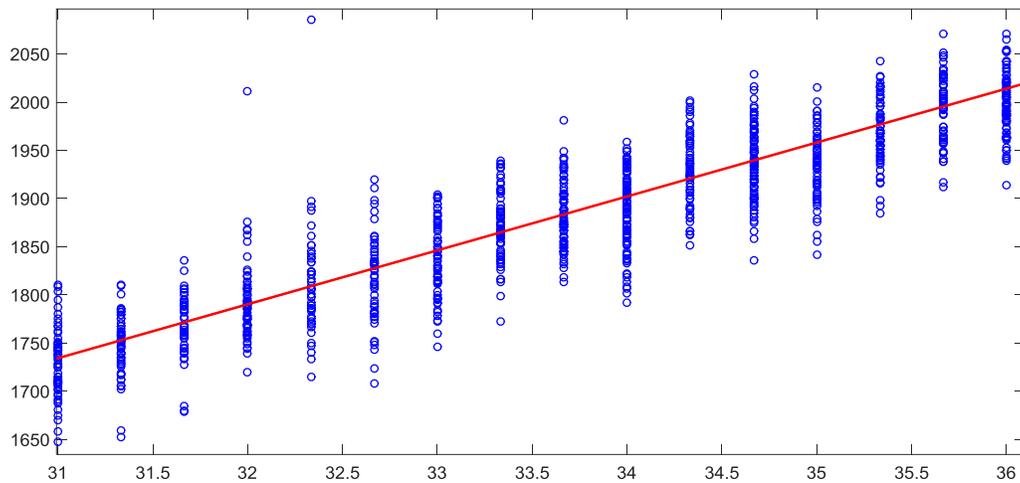


Figura 8. 11. Comportamiento de los residuos con base en la media.

Con base en la clasificación realizada por el K-means, se obtiene un vector residuo por cada marcha, esto se adquiere con la resta del valor medio con cada uno de los componentes del vector de la relación del VSS y RPM. En la figura 8.12 se tiene el comportamiento total que contienen los residuos en todas las marchas.

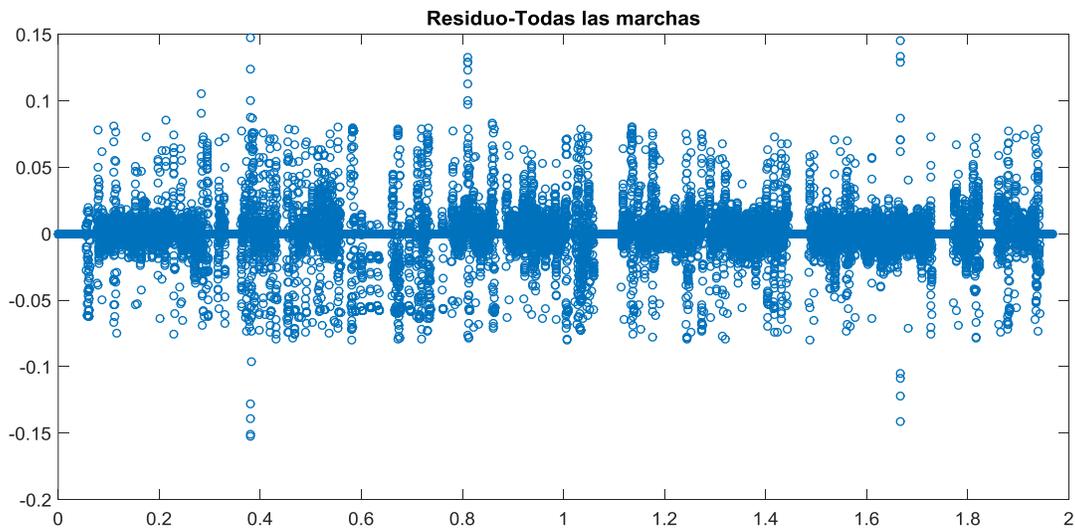


Figura 8. 12. Residuos totales de las marchas.

El residuo para todas las marchas es la suma de todos los residuos de cada marcha, que muestra el comportamiento que tiene un total con respecto a la línea de tendencia.

El residuo se genera de acuerdo con cada marcha, como se aprecia en la figura 8.13.

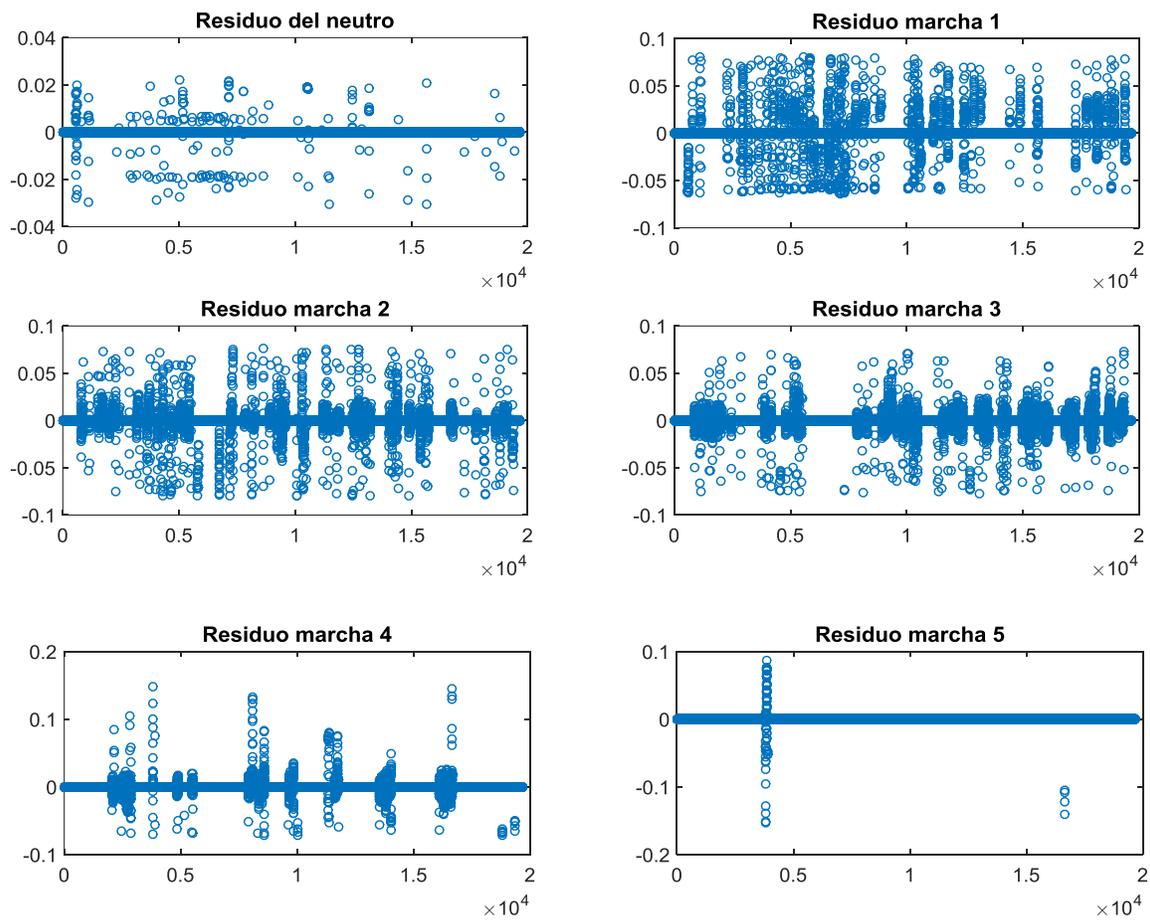


Figura 8. 13. Residuos para cada marcha.

El residuo es afectado por varios factores en los que se incluyen el evento de frenado y el accionamiento del mecanismo de embrague, lo que se adquiere diferentes comportamientos que dependen de este tipo de accionamiento.

8.2. Análisis previos

8.2.1. Freematics. El freematics es un dispositivo que interpreta todos los valores que envían los sensores y los almacena dentro de un MicroSD, realiza su monitoreo cada 200 ms, el cual distribuye 11,7647 ms para cada sensor, es decir interpreta un sensor a la vez, repitiéndose este ciclo por el tiempo que dura el experimento. Esto puede resultar un problema debido a que cuando se produce un evento ya sea arranque, frenado u otra acción por parte del conductor; este dispositivo no captará todo este comportamiento lo que provoca un retraso en cada señal de los sensores, tal como lo indica en la figura 8.14.

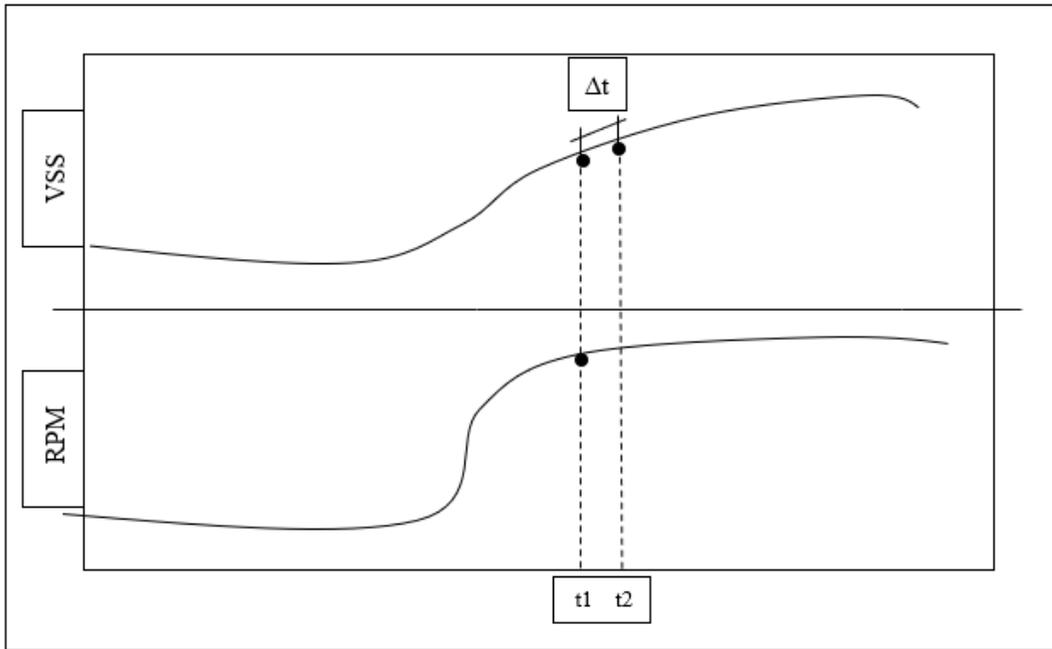


Figura 8. 14. Proceso de toma de datos por parte del Freematics.

El freematics toma lectura de la señal del régimen de giro en el tiempo t_1 , caso contrario para el VSS que lo realiza t_1+1 en un Δt , en cada punto de muestreo.

8.2.1.1. Método estadístico ANOVA. ANOVA o análisis de varianza es un método estadístico que permite comparar dos o más medias de poblaciones, se comprueba o se rechaza las hipótesis de igualdad o diferencias entre ellas de acuerdo con diversos factores.

Para nuestro caso se obtiene dos condiciones, el primero contiene un retraso por parte del VSS con respecto al régimen de giro y el otro parámetro contendrá valores comunes, que se insertan en el software Minitab (Minitab Inc, n.d.).

Gráficas de residuos para RESIDUO

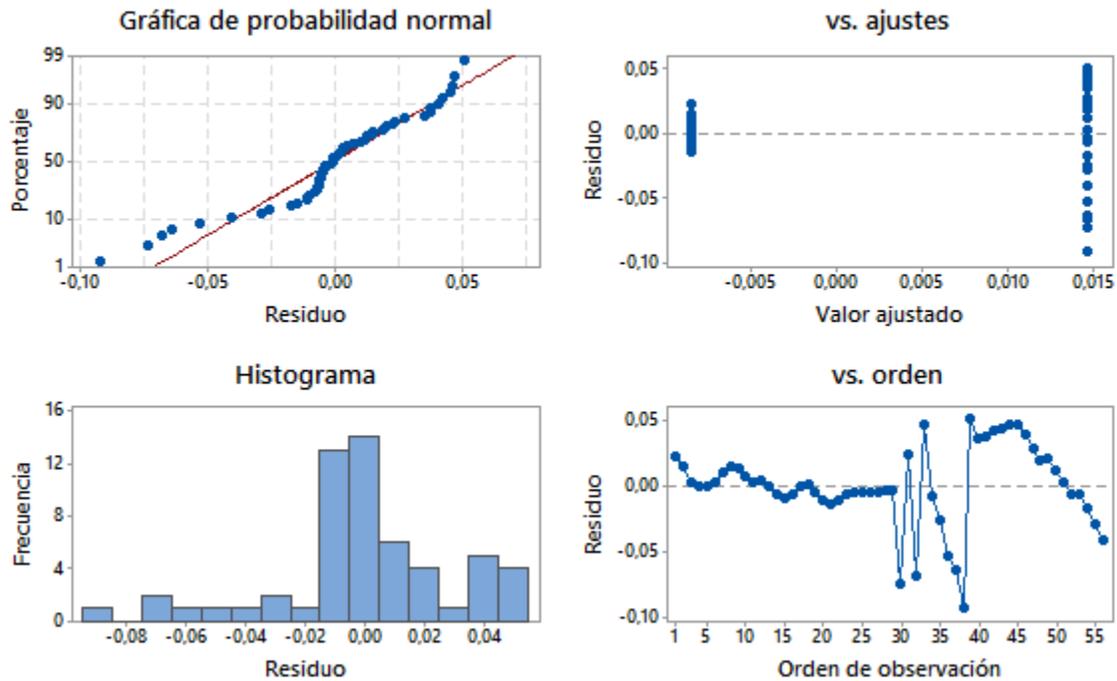


Figura 8. 15. Análisis ANOVA.

En la figura 8.15 se muestra la gráfica de los residuos donde se aprecia la inexistencia de puntos asimétricos y atípicos, en la imagen de residuo vs valor ajustado se obtiene una varianza constante, manteniéndose casi ordenados en la recta de la gráfica de normalidad.

En las dos condiciones el valor de las medias de cada uno de ellos se mantiene distantes entre sí, mostrado a continuación en la gráfica de intervalos, como se aprecia en la figura 8.16.

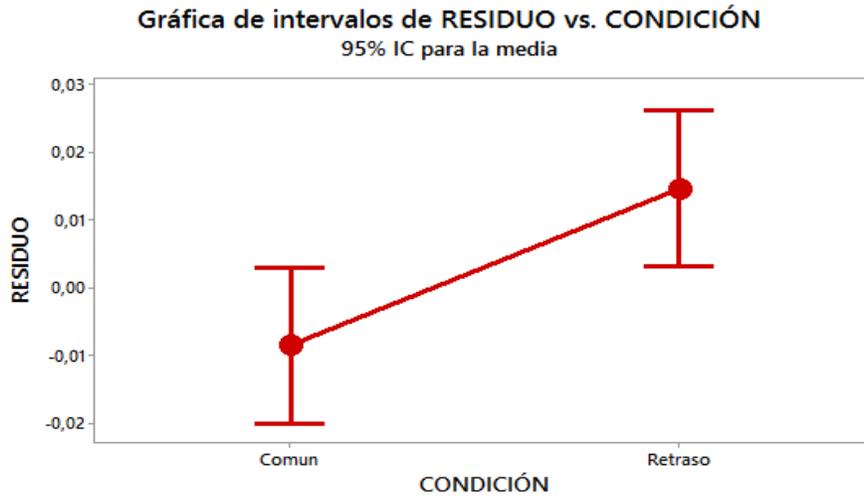


Figura 8. 16. Relación de las medias.

Se tiene valores de las medias diferentes entre sí, lo que se aplica el procedimiento de comparación de Tukey el cual grafica al valor de la media con respecto del retraso, por lo tanto, esta se encuentra alejado del cero, mostrado en la figura 8.17.

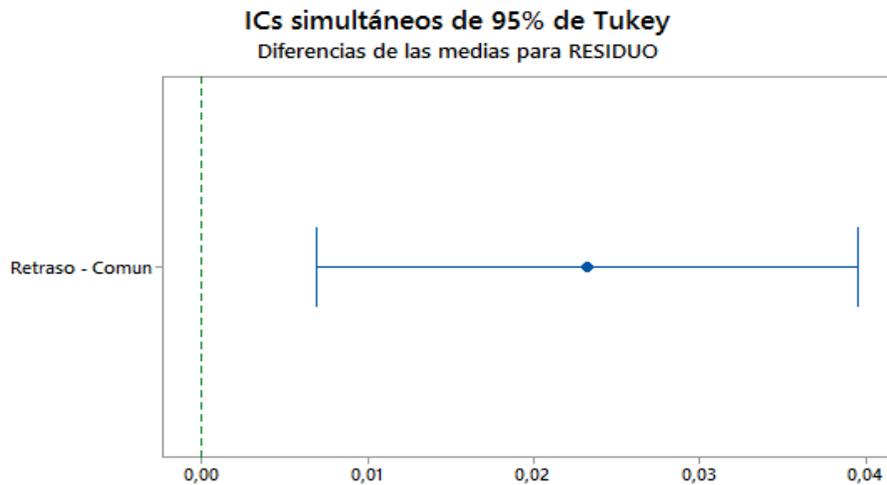


Figura 8. 17. Análisis de Tukey de las medias.

9. Análisis de comportamiento de frenado

El frenado es una acción o evento que produce la disminución o la anulación de la velocidad del vehículo por medio de mecanismos; esta maniobra es reconocida por varios sensores los cuales alteran su patrón de funcionamiento lo que genera curvas o puntos distantes alejados al valor medio, mediante el script generado por (Abelardo, 2018) el cual se extraen los vectores de datos del VSS, TPS, MAP y el régimen de giro del motor, por lo tanto servirá para reconocer la acción de frenado. Cabe mencionar que el análisis es aplicado solo cuando se acciona el frenado para detener el vehículo completamente.

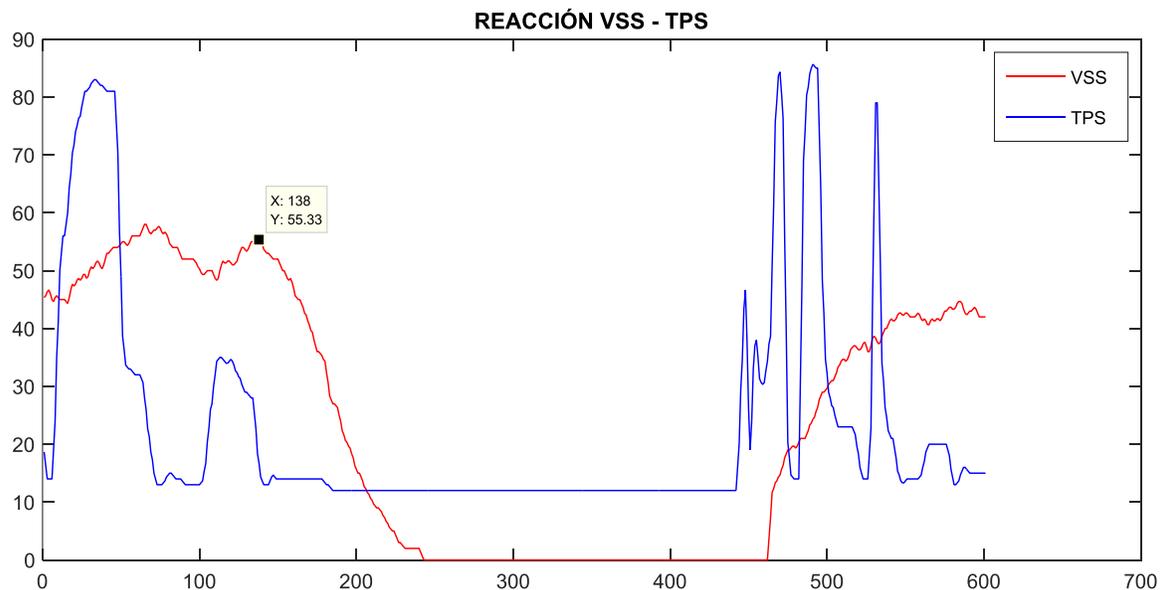


Figura 9. 1. Reacción del TPS con VSS.

En la figura 9.1 se muestra al vector VSS con el color rojo y TPS con el azul, estos dos sensores al momento de cualquier maniobra reaccionan de manera diferente, lo que puede realizarse aceleraciones, arranques y frenados, todos estos mediante estilos de conducción como son ofensivo, negligente y temerario. En la coordenada 138 del eje x se visualiza que la velocidad desciende de los 55.33 Km/h a 0 Km/h y el TPS desciende antes que la velocidad y se mantiene constantemente cerrado, lo que permite asumir que el conductor acciona el freno para detenerlo completamente, por lo tanto, se establece que dichos parámetros indican cuando se produce un frenado absoluto.

Tabla 9. 1. *Parámetros para considerar frenado*

Sensor	Comportamiento de señal
TPS	Anticipa el cierre de mariposa de aceleración
VSS	Se produce el descenso de la velocidad hasta llegar a cero

De acuerdo con la tabla 9.1 se puede observar los parámetros necesarios para identificar una frenada, el cual servirá para reconocer mediante una programación las frenadas existentes dentro de una trama de datos, extrayéndolos para el análisis de residuos, esto cambia sus componentes en binarios. Es decir, aquellos valores que no correspondan a un freno se convertirán en ceros, mientras los que si son tomarán valor de uno. Cuando se multiplica por el vector de velocidad se obtiene aquellos valores que correspondan a eventos que detienen completamente al vehículo, tal y como se muestra en figura 9.2.

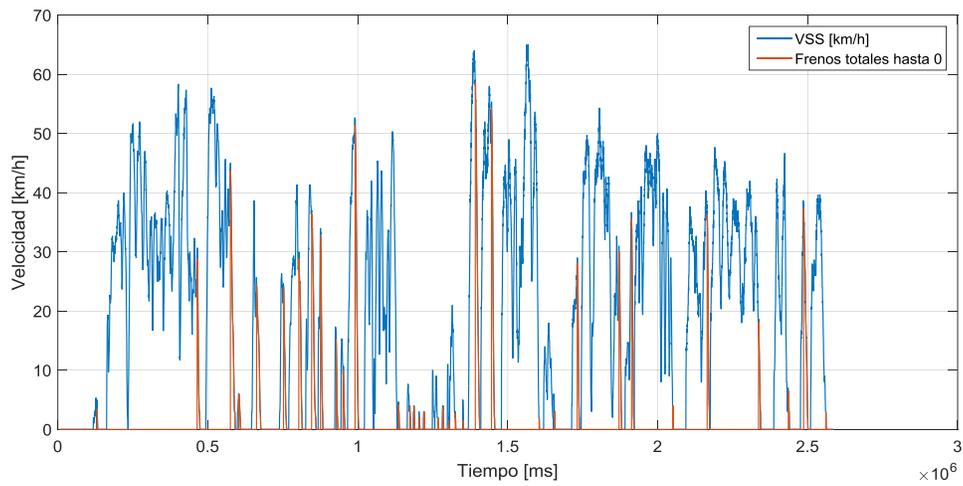


Figura 9. 2. Frenos totales hasta 0.

El vector binario multiplicado por los demás vectores se tendrá como resultado las reacciones de los demás sensores y el régimen de giro, tal como se observa en la figura 9.3.

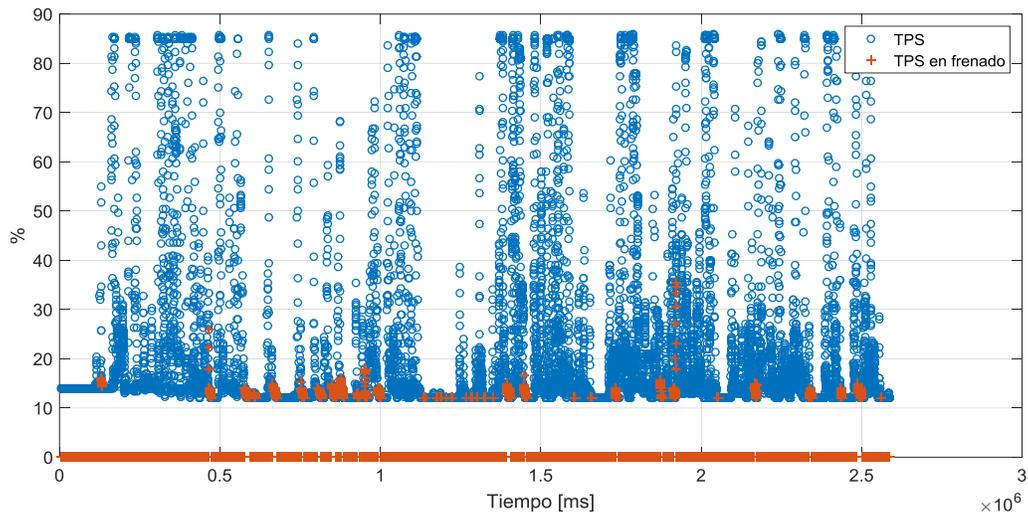


Figura 9. 3. TPS en frenado.

Este segregará valores que pertenezcan dentro del rango de acción del frenado, a través de estos se obtiene nuevos vectores que representan dicha acción en cada uno de los sensores utilizados, como lo indica en la figura 9.4 que pertenece a los valores del MAP en frenado

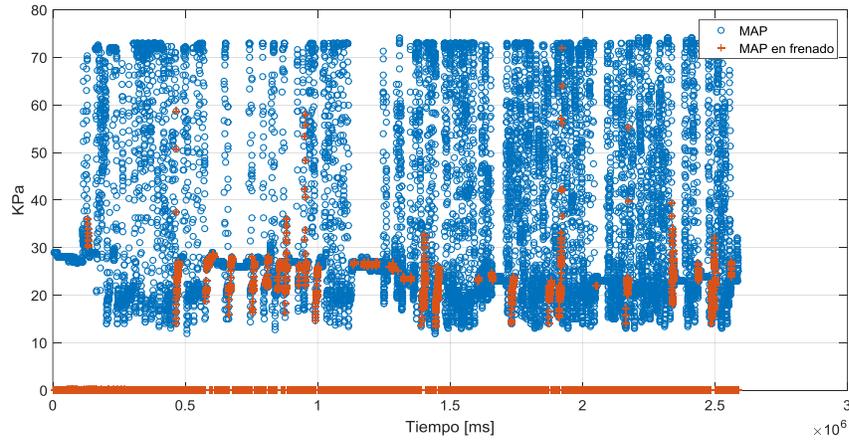


Figura 9. 4. MAP en frenado.

Esto indica que solamente aquellos valores que se representan en cada uno de los frenos que puedan existir durante la conducción del vehículo, tal como indica la figura 9.5 la acción del freno en el régimen de giro del motor.

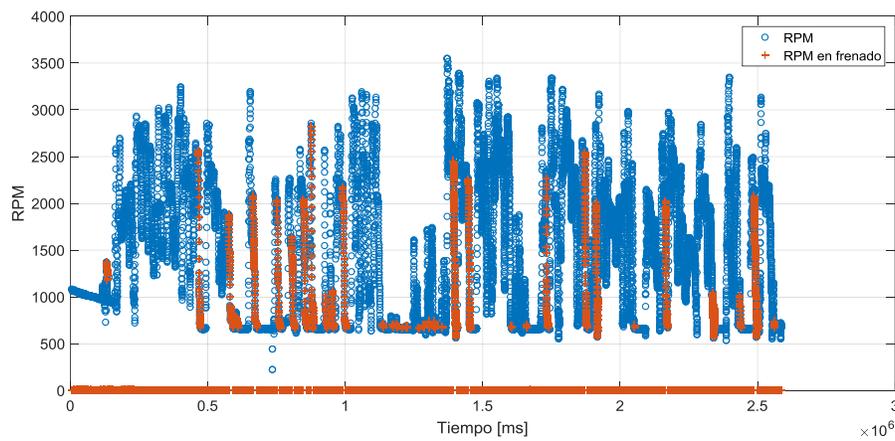


Figura 9. 5. RPM en frenado.

Aquellos valores que no representen el o los eventos de frenada se convierten en ceros en comparación de los que, si representan, que mantienen sus valores constantes, como por ejemplo lo que se muestra en la figura 9.6 con la presencia del freno en los residuos.

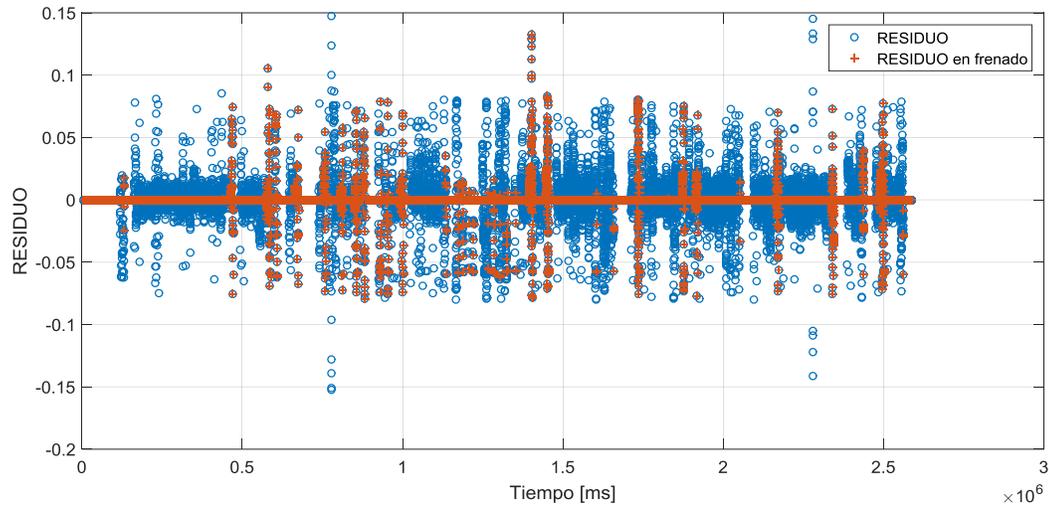


Figura 9. 6. Residuo en frenado.

9.1. Hyundai Accent.

Para las pruebas iniciales se utilizó un vehículo Hyundai Accent del año 2014 el cual consta de un sistema OBD II y de un cuerpo de aceleración motorizado, cabe recalcar que no se visualizó el estado del automotor y que además no fue sometido a ninguna modificación en sus componentes, es el dueño el encargado de realizar las pruebas de manejos sin un tiempo, trayectoria o variables específicas.

9.2. Análisis de residuos en el frenado.

Reconocido todos los eventos de frenado en toda la trama de datos del VSS, se genera un nuevo vector que representa un solo instante de freno, ésta única maniobra es graficada con respecto al tiempo (t), en el cual se extraen para ese período las reacciones en los vectores del TPS, RPM y MAP, como se aprecia en la figura 9.7.

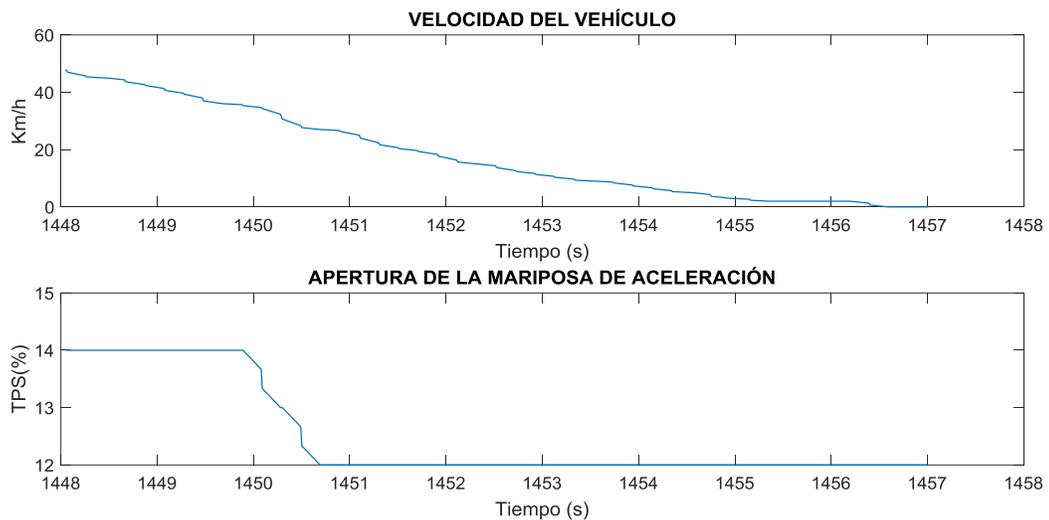


Figura 9. 7. Relación del TPS con respecto al VSS en un solo instante de frenado.

Al momento de accionar el pedal del freno, la velocidad comienza a decaer, seguido por el régimen de giro del motor que desciende hasta valores de ralentí, para la señal del MAP, se evidencia que empieza a una presión inferior a la de ralentí, lo que se establece que el vehículo desciende con freno motor, lo que incrementa el valor de presión hasta el ralentí

debido a que se rompe la relación entre VSS y RPM debido a que existió en ese momento un desembrague, el motor gira por su propia cuenta, mostrado en la figura 9.8.

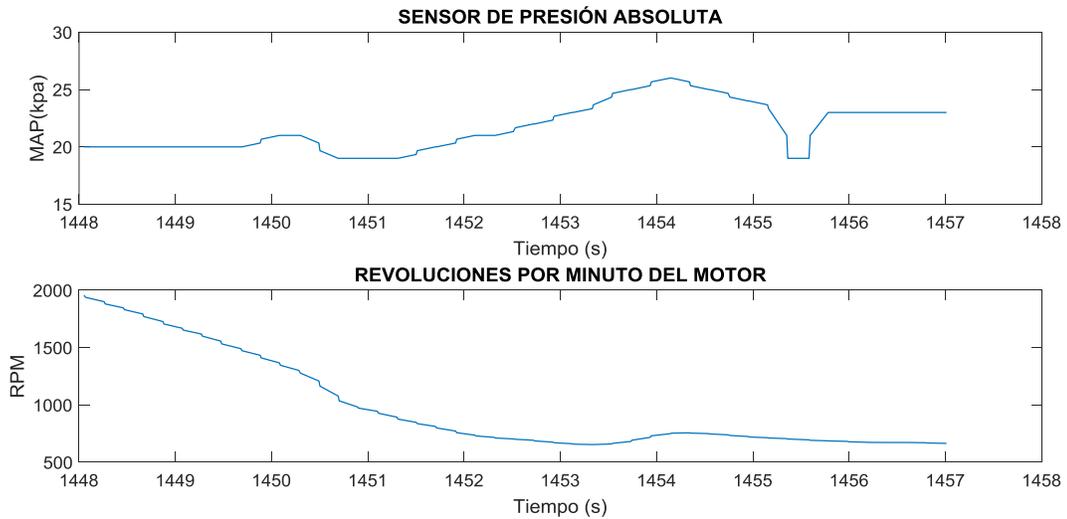


Figura 9. 8. Relación del MAP con respecto al régimen de giro en un solo instante de frenado.

Además, se añade una programación el cual se encarga de establecer en que cambios se encuentra cada frenado, basándose en el diagrama de velocidades de transmisión y el k-means, el cual permite conocer en qué cambios se produce, tal y como se muestra en la figura 9.9.

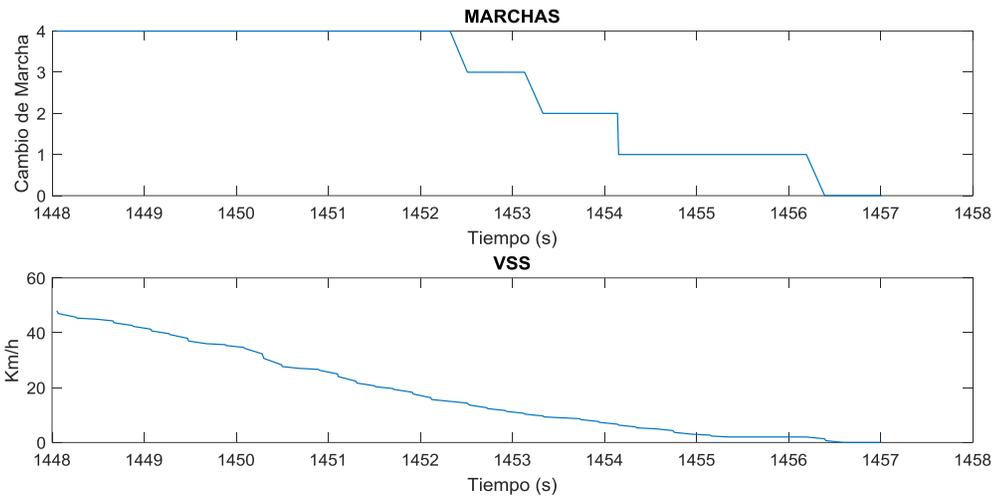


Figura 9. 9. Relación del vector de marchas con respecto al VSS en un solo instante de frenado.

Se observa y comprueba que, mediante la gráfica de diagrama de velocidades se sobre montó los valores que corresponden a un solo acto de frenado y esto da como resultado el cambio que se encuentra, como lo indica la figura 9.10.

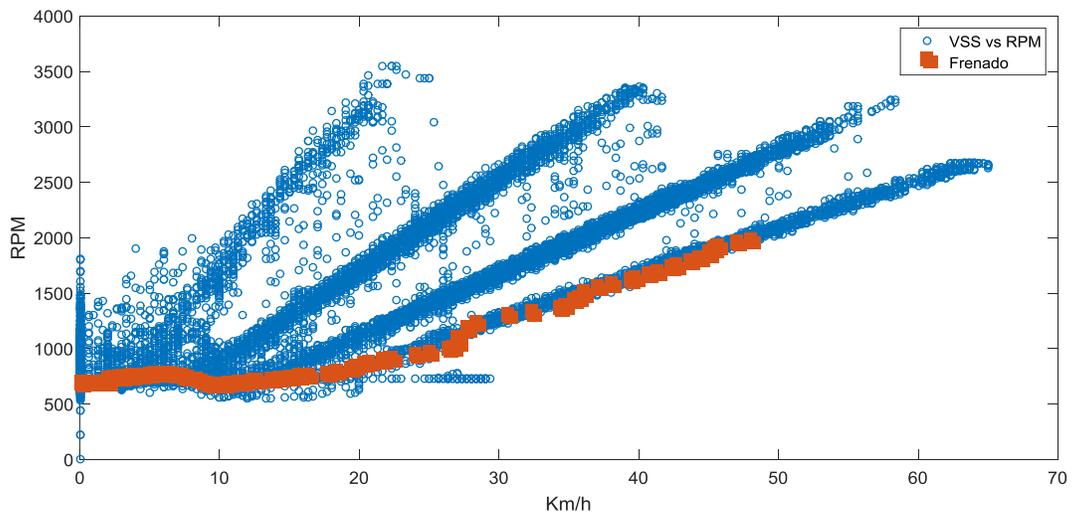


Figura 9. 10. Ubicación del evento de frenado en el diagrama de velocidades.

Se comprueba que este evento se encuentra efectivamente dentro del cuarto cambio, con la disminución progresivamente del número de cambios conforme pasa el tiempo.

Se visualiza que el conductor ha venido descendiendo desde los 48 Km/h hasta detenerse completamente, este proceso combinado con el vector tiempo da un periodo de nueve segundos que ha demorado en detenerse completamente el vehículo, con esta información se esclarece como es el comportamiento del conductor. Ya con el vector que contiene un solo evento de frenado, se aplica la herramienta del análisis de residuo, como se aprecia en la figura 9.11, que contiene la gráfica de residuos frente a los vectores TPS, MAP y cambio de marcha

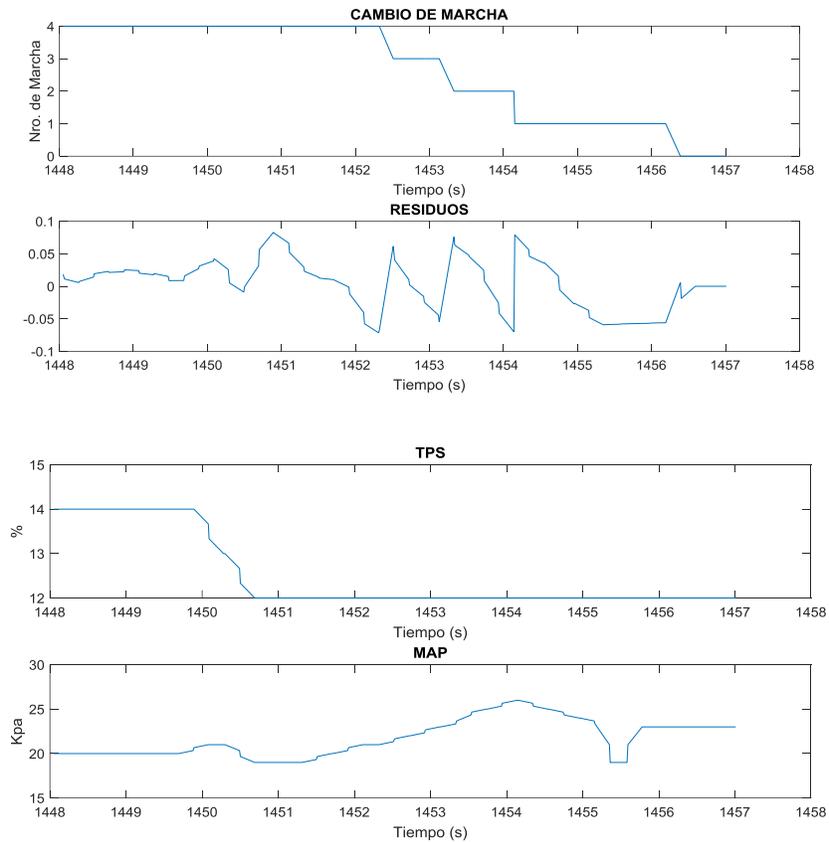


Figura 9. 11. Reacción del vector VSS, residuo, MAP, TPS y cambio de marchas en un evento de frenado.

Al momento de que se realice un cambio de marcha durante un evento de frenado se produce en el residuo un comportamiento único e identificable, formándose picos de acuerdo con el número de marchas, es decir cuando el conductor desembraga se rompe la relación que tiene VSS con el régimen de giro, lo que provoca que el valor del residuo aumente tal como se muestra en la figura 9.12.

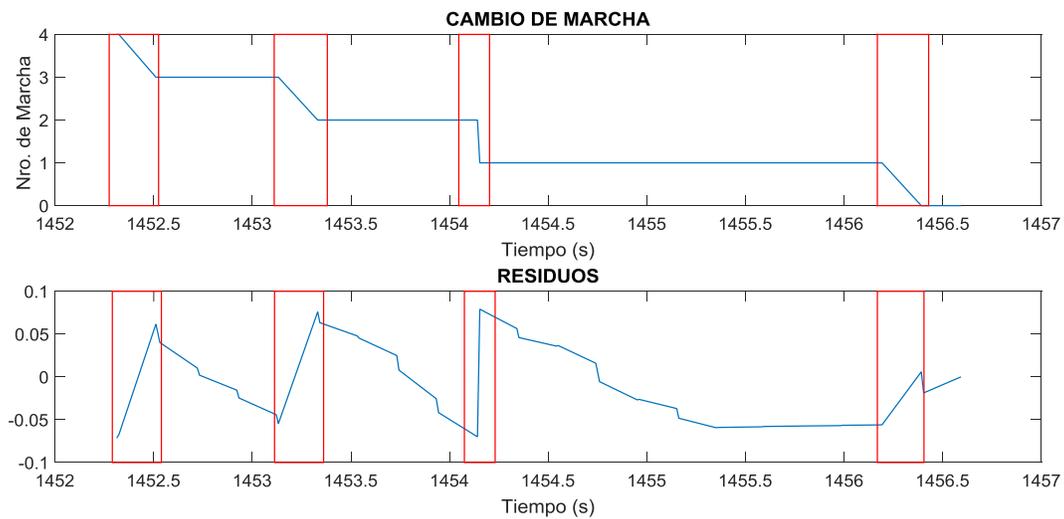


Figura 9. 12. Reacción del residuo ante el cambio de marcha.

Cuando hay cambio de marcha el residuo genera una recta que empieza desde valores negativos lo que aumenta su valor hasta por encima del cero, esto es un comportamiento característico para identificar el descenso en las marchas, el número de estos comportamientos indica la cantidad de cambios realizados. Cuando la velocidad del vehículo es nula, automáticamente los residuos son cero, indicado en la figura 9.12.

Cuando la velocidad tiene un descenso casi mínimo, igual que el régimen de giro, los residuos reaccionan manteniéndose constantes por un periodo de tiempo, hasta que surge un cambio de marcha que modifica su comportamiento, seguido de un valor cero debido a que el VSS toma un valor de 0 Km/h, indicado en la figura 9.13.

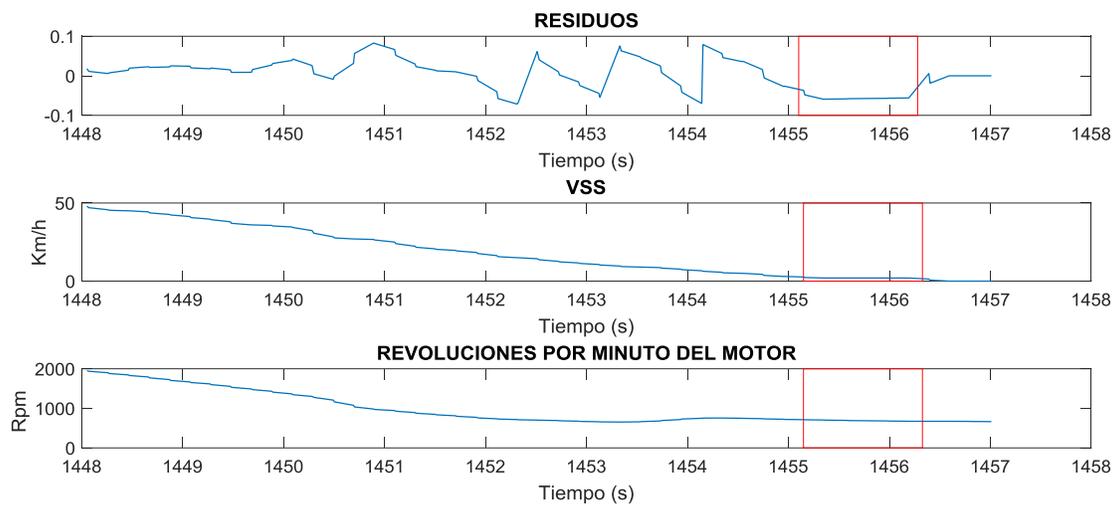


Figura 9. 13. Comportamiento de los residuos frente al régimen de giro y el VSS.

Cuando la velocidad es casi nula, el módulo de control trata de compensar, lo que ejecuta correcciones en el sistema, lo que se visualiza en la señal MAP, como se aprecia en la figura 9.14.

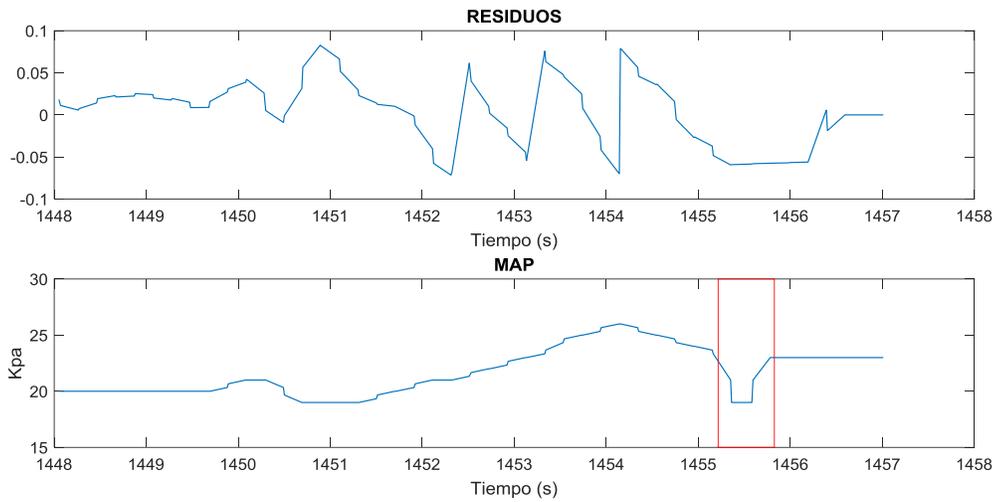


Figura 9. 14. Comportamiento del MAP con respecto a los residuos.

La presión del MAP previo a la generación de residuos llevados a cabo en el cambio de marcha realiza un ligero cambio formándose una pequeña elevación lo que provoca que se formen variaciones antes que se formen los picos. Hay que tomar en cuenta que el TPS si repercute sobre estos cambios en el comportamiento de los residuos, así como se muestra en la figura 9.15.

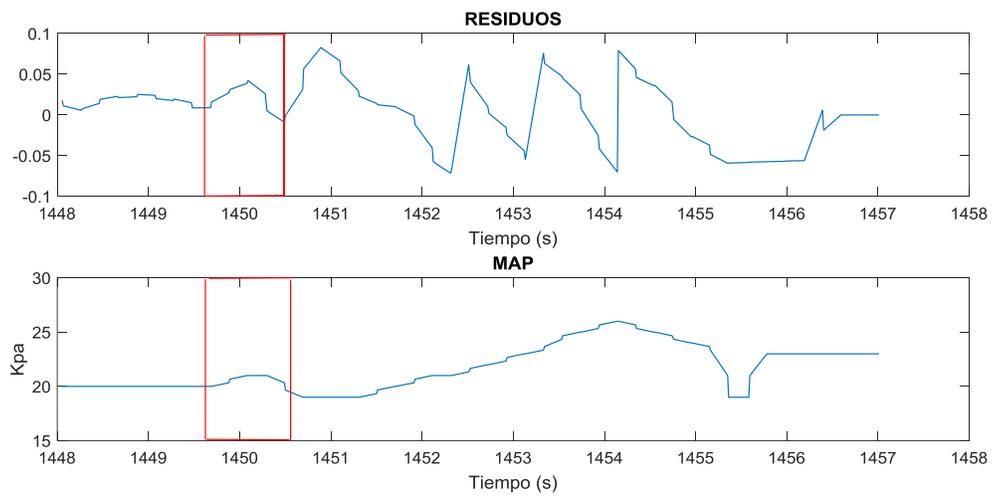


Figura 9. 15. MAP frente a los residuos.

Hay que destacar que mientras se mantenga abierto es decir de manera constante el TPS y del MAP si se logran generar dichos residuos, pero no en gran cantidad. Cuando el vector VSS y el régimen de giro del motor mantengan una caída casi constante los puntos que conforman el residuo tendrán una distancia significativa con respecto el valor de la media, tal como se muestra en la figura 9.16.

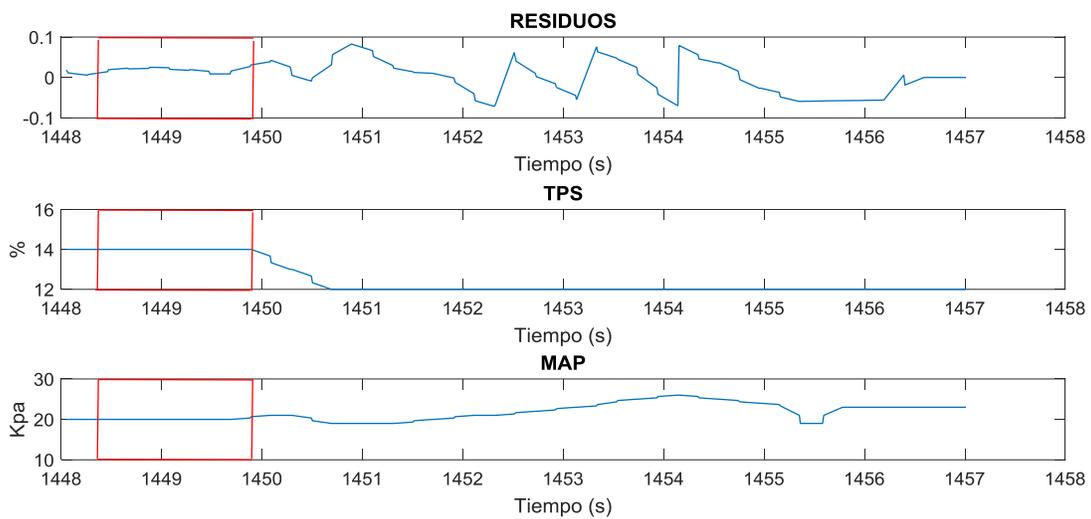


Figura 9. 16. Comportamiento del Residuo frente al TPS y MAP.

Antes del cambio de marcha por lo general el vehículo para descender la velocidad el conductor realiza lo que comúnmente se conoce como freno motor, el cual la mayor parte de estos valores son inferiores al que toma cuando hay un cambio de marcha, durante un trayecto se acciona el pedal del embrague hace que el residuo aumente su valor tal como se indica en punto 1451 de la figura 9.17.

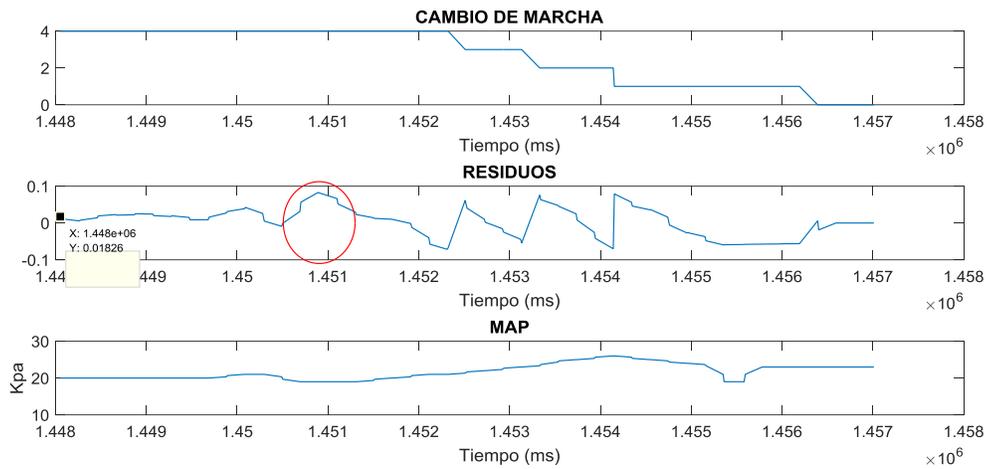


Figura 9. 17. Desembrague y embrague en el Residuo

La elipse de color rojo muestra que el conductor antes de realizar los cambio de marcha para detener al vehículo, acciona el pedal del embrague, esto provoca que aumenten los residuos que separa la relación del VSS y RPM, la desconexión que se realiza provoca que aumenten el valor de los residuos, lo que ocasiona que se adquiera valores de ralentí para lo del MAP.

9.3. Cuerpo de aceleración motorizado y no motorizado.

En esta sección se presenta el comportamiento el residuo en cuatro vehículos, los cuales se diferencian que algunos de ellos que poseen un cuerpo de aceleración motorizado y no motorizado, es decir la mariposa accionada por cable.

El cuerpo de aceleración es aquel que controla la entrada de aire, la cual es accionada por la acción del conductor ya sea directa o indirectamente, tiene como función de permitir la adecuada cantidad de aire. Actualmente los vehículos vienen con el cuerpo de aceleración sin cable o aceleración motorizada, los cuales mejoran el consumo de la gasolina, este evita que el vehículo se apague de forma inesperada ante un arranque con un conductor novato, no permite que el régimen de giro del motor suba excesivamente cuando el automóvil se encuentre detenido debido a que la ECU impide mediante una restricción para la protección del motor; tienen un mayor control en la aceleración. En comparación a versiones anteriores el accionamiento y la apertura de la mariposa dependía exclusivamente del conductor. Hoy en día estos sistemas motorizados mejoran el confort de los ocupantes, así como el control del acatamiento de las normas de las emisiones de gases de escape. El cuerpo de aceleración está compuesto de un sensor en el pedal del acelerador conocido como APP el cual indica a la ECU cuando debe accionar el motor que acciona la mariposa de aceleración, el cual incluye con un sensor que verifica su posición. La figura 9.18 muestra como está constituido el cuerpo de acelerador.

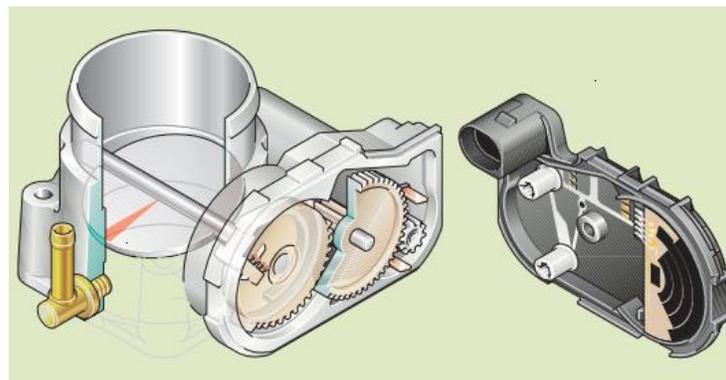


Figura 9. 18. Composición del cuerpo de aceleración motorizado.

Fuente: (Mexicanos et al., n.d.)

9.4. Análisis de frenado en vehículos con cuerpo de aceleración motorizado y no motorizado.

En los análisis anteriores se mostraba que durante una frenada la ECU realizaba correcciones en la señal del MAP, esto es debido a que el vehículo analizado realizaba un ajuste al momento del descenso de la velocidad hasta detenerse completamente. En esta sección se añadirá vehículos de distintas marcas, pero con cuerpo de aceleración motorizado.

9.4.1. Cuerpo de aceleración motorizado.

9.4.1.1. Kia Rio. Como puede verse en la siguiente figura 9.19 se tiene a los vectores cambio de marcha, residuos y MAP que se comportan durante el frenado, el comportamiento del residuo inicialmente es de un valor casi constante; para los valores del MAP, inicialmente se encuentran por debajo del valor de ralentí que aumentan y descienden conforme pasa el tiempo, el residuo en ese período aumenta y disminuye su valor hasta que su señal disminuye hasta que se produce lo que visualizó en el análisis posterior del comportamiento del residuo ante un cambio de marcha, lo que forma picos en el momento que el vehículo pasa de tercera a segunda, hasta llegar al neutro.

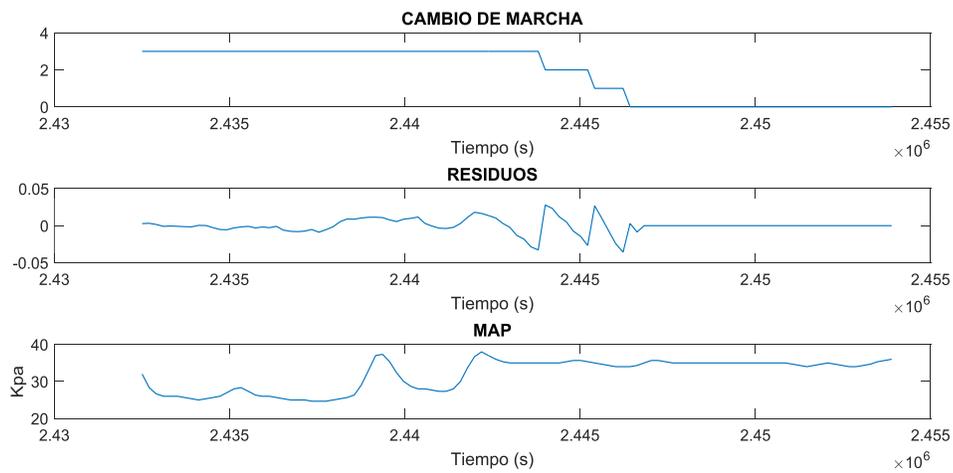


Figura 9. 19. Gráfica de los vectores MAP, Residuo y Cambio de Marcha del Kia Rio.

Ahora hay que saber que sucedió con la señal del MAP, que provocó que se elevara y disminuya, por lo que la figura 9.20 muestra la razón de ese comportamiento.

Es debido a que el TPS tuvo variación en sus valores en un determinado tiempo, en este caso al igual que el anterior vehículo, el TPS adquiere un valor de 12 cuando se encuentra cerrado, lo que varía su comportamiento entre el rango de 14 y 12%.

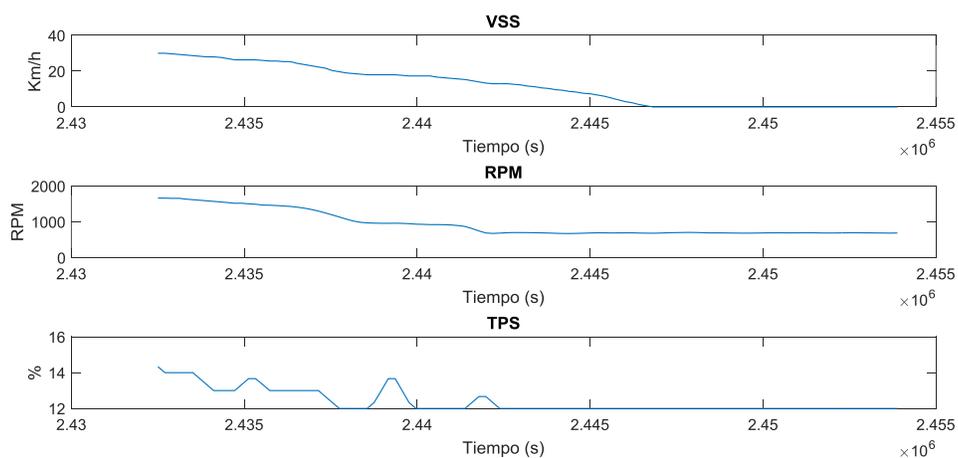


Figura 9. 20. Gráfica de los vectores VSS, RPM y TPS del Kia Rio.

9.4.1.2. Hyundai I30. Al igual que el anterior vehículo se realiza un nuevo análisis a un diferente automóvil, el cual posee un cuerpo de aceleración motorizada el cual se muestra en la figura 9.21, cómo se puede apreciar el vector de cambio de marcha descendiendo de tercera a neutro casi instantáneamente al final de la gráfica; al inicio de esta se tiene que el residuo se mantiene casi constante con ligeros aumentos y reducciones de sus valores. Conforme avanza el tiempo este aumenta su valor debido a que el TPS se mantiene abierto, lo que hace que los valores del MAP reaccionen y aumenten por encima de ralentí, lo que significa que el vehículo aún tiene carga, hay que destacar que la señal del acelerador descende progresivamente lo que provoca que los valores del MAP desciendan hasta por debajo del estado en que el vehículo se encuentre a un número bajo de revoluciones, valor el cual corresponde dentro del rango de 22 Kpa a 25 Kpa, los cuales son arrojados por el mismo script. Luego de esta etapa el conductor aplica un desembrague que genera picos, estos en el residuo son casi seguidos debido a que el cambio de tercera a neutro es instantáneo, hay que establecer que se produce una corrección por parte del módulo de control (ECU), al igual que el análisis anterior se produce una rectificación en la señal de MAP, esto solo ocurre cuando el vehículo tiene cuerpo de aceleración motorizada, esto es apreciado antes del cambio de marcha en el punto 798 y en la parte final que se muestra que en el punto 802 hay un pequeño valle formado, esto se debe a que existe una modificación por parte del módulo

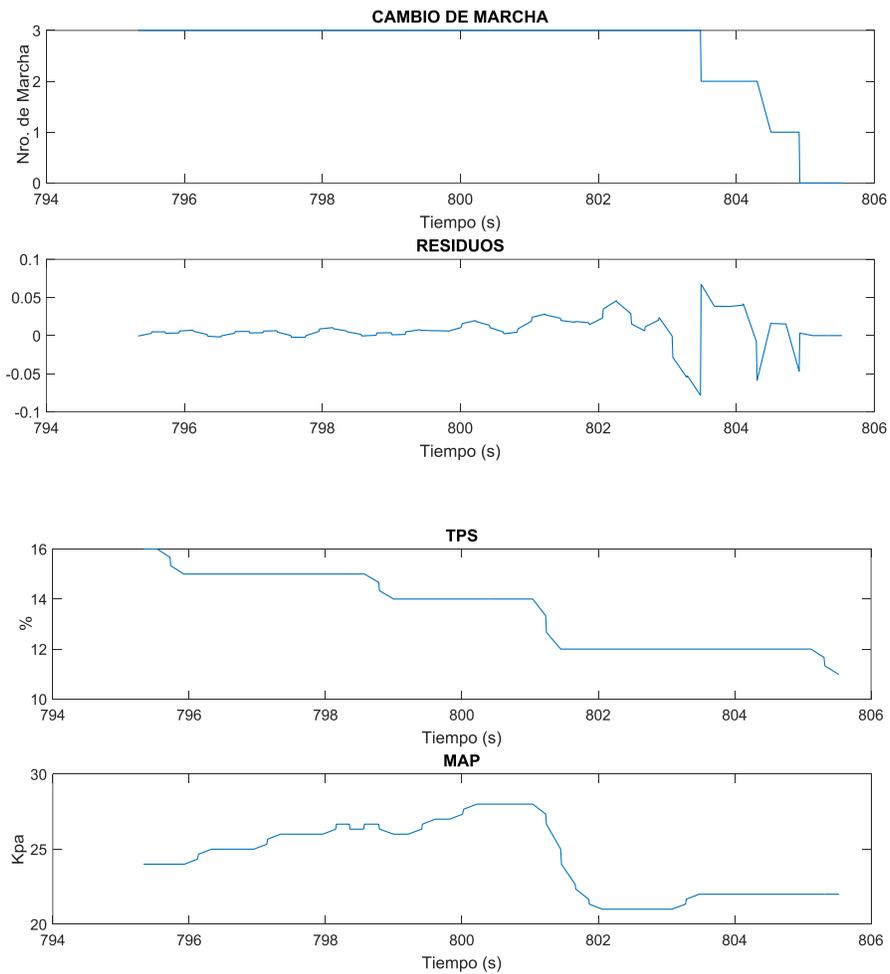


Figura 9. 21. Gráfica de los vectores Cambio de Marcha, Residuos, TPS y MAP del Hyundai I30.

9.4.1.3. Kia Cerato Forte. Al igual que los anteriores vehículos este posee de un cuerpo de aceleración motorizado, en la figura 9.22 se puede observar que el evento de frenado ocurre dentro del cambio número cinco que disminuye sucesivamente hasta neutro, hay que aclarar que el tiempo en que permanece dentro de un cambio o a que cambio realizar dependerá exclusivamente del conductor.

El vector de cambio tiene un comportamiento casi inusual, el conductor durante el evento de frenado empezó a subir de marcha hasta el cambio número cinco, luego desciende hasta neutro, conjuntamente el residuo adquiere este comportamiento con sus picos característicos en el proceso de desembrague.

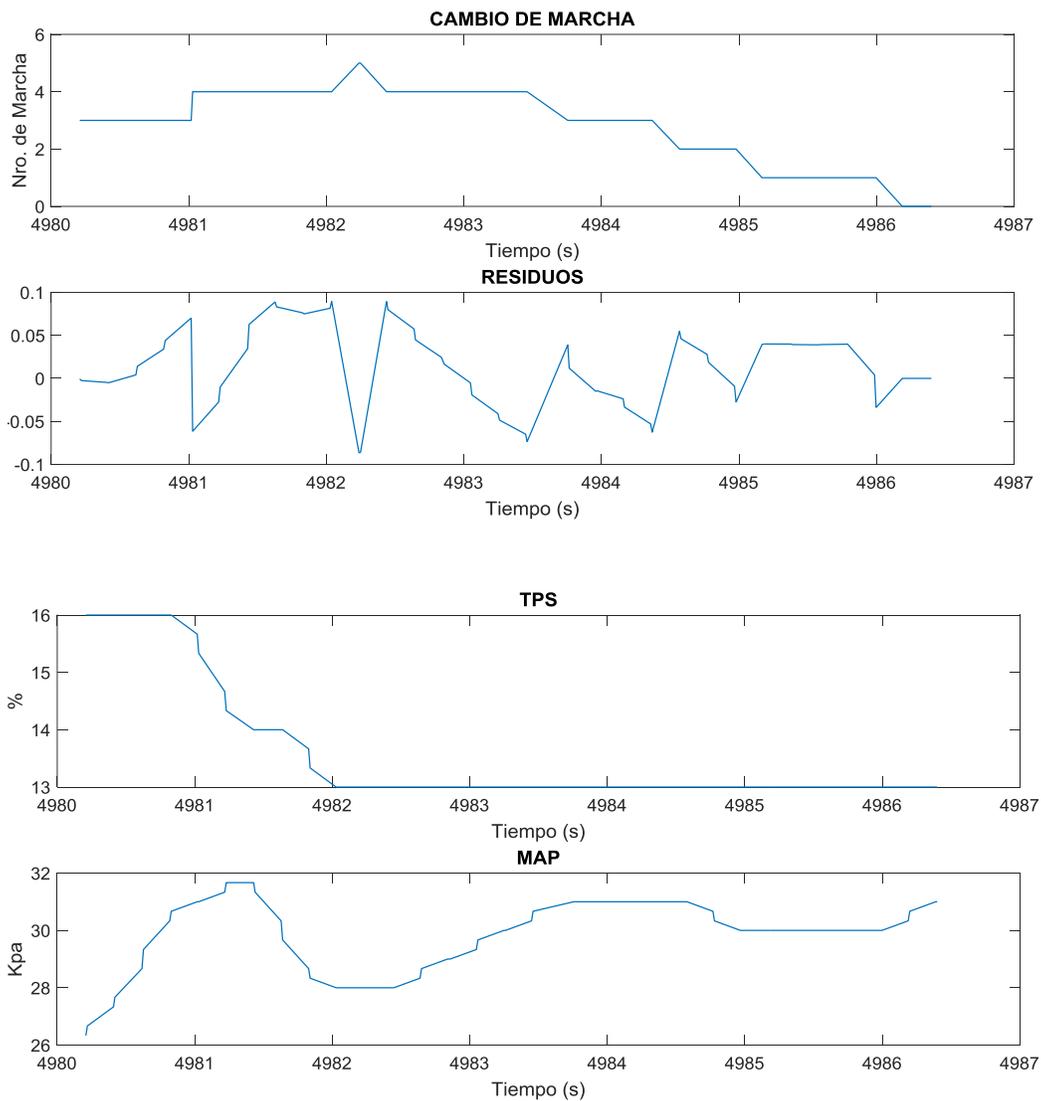


Figura 9. 22. Gráfica de los vectores Cambio de Marcha, Residuos, TPS y MAP del Kia Cerato Forte.

El sensor de presión absoluta tiene en su señal un registro de la corrección por parte de la ECU, esto se puede visualizar después del punto 4981, en el punto 4985 al 4986 hay otra corrección tal y como se visualiza en los anteriores figuras de los demás vehículos analizados; para los valores del MAP, la señal de este sensor inicia desde un punto en donde las ruedas mueven al motor es decir hay un freno motor pero aún está abierto la mariposa del acelerador, la señal aumenta hasta por encima de ralentí hasta estabilizarse cuando ya el vehículo se ha detenido completamente.

9.4.2. Cuerpo de aceleración no motorizado (accionado por cables).

9.4.2.1. Hyundai Accent. En el siguiente análisis se llevó a cabo en un vehículo con el cuerpo de aceleración mecánico, modelo Accent del 2005, una versión anterior al que se realizó el análisis, igualmente cuando hay un cambio de marcha, se producen residuos identificables con picos respecto a cada marcha, se interpreta que la presión de MAP y el cierre de la mariposa de aceleración de TPS no repercuten y por lo tanto no se generan dichos residuos, mostrado en la figura 9.23.

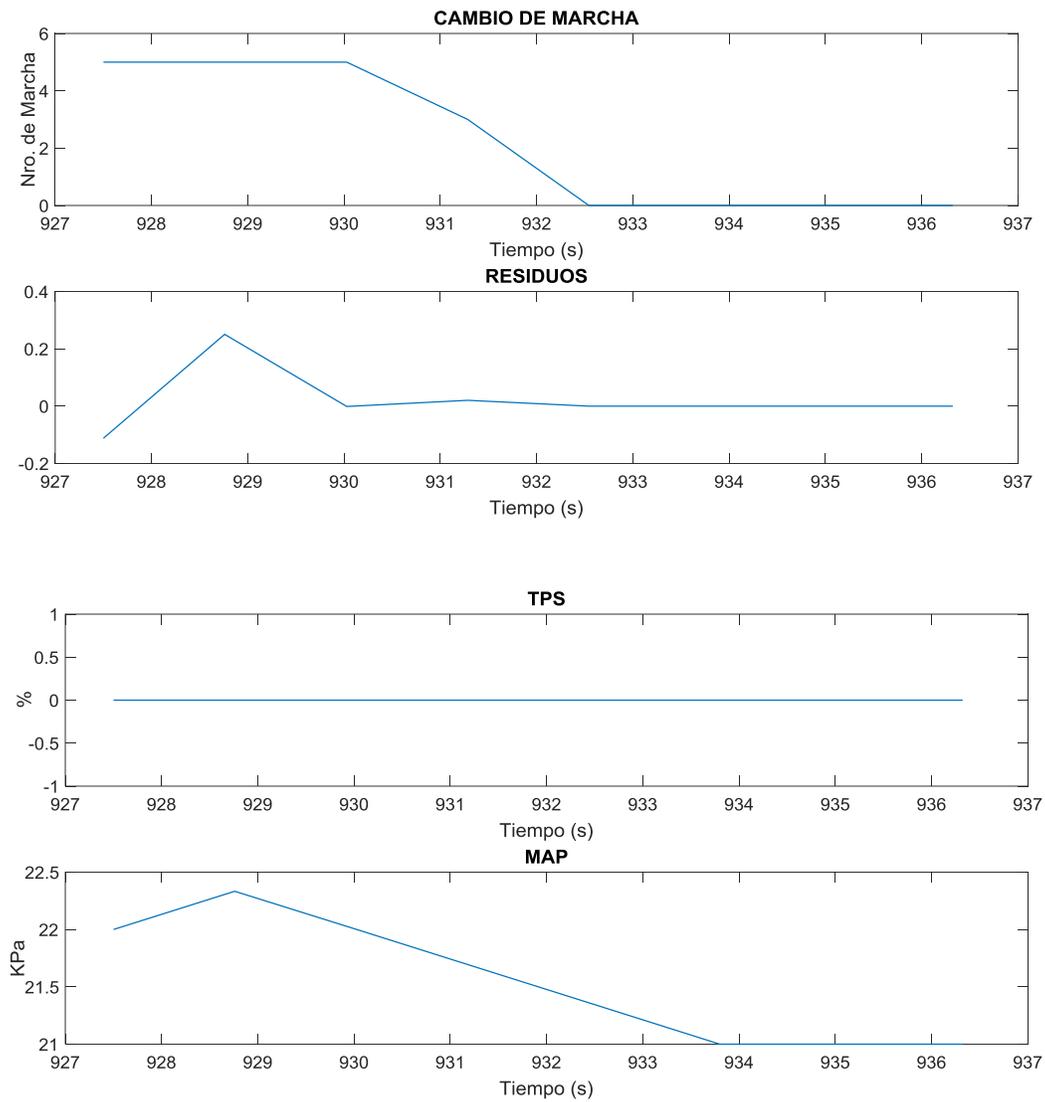


Figura 9. 23. Gráfica de los vectores Cambio de Marcha, Residuos, TPS y MAP del Accent.

El TPS se mantiene cerrado durante el frenado y la señal del MAP asciende y desciende hasta que se mantiene en ralentí, este descenso es debido a que se rompió la relación del VSS y RPM debido al desembrague.

9.4.2.2. Hyundai Getz. Igualmente, al anterior análisis, para este vehículo el cual posee aceleración por cable se obtiene el comportamiento del vector de residuos frente a los demás sensores, mostrado en la figura 9.24, para el vector de cambio, se observa el mismo patrón que adquiere el residuo durante el desembrague y embrague, para las ultimas marchas de cuarta a neutro se tiene un comportamiento regresivo al igual que el residuo, en que sus picos en comparación al de quinta a cuarta marcha, son mucho menores debido al tiempo que ocurrió estos cambios; la señal MAP ante el accionamiento del pedal del embrague adquiere un valor de ralentí mostrado en el punto 2.76 en su grafica correspondiente.

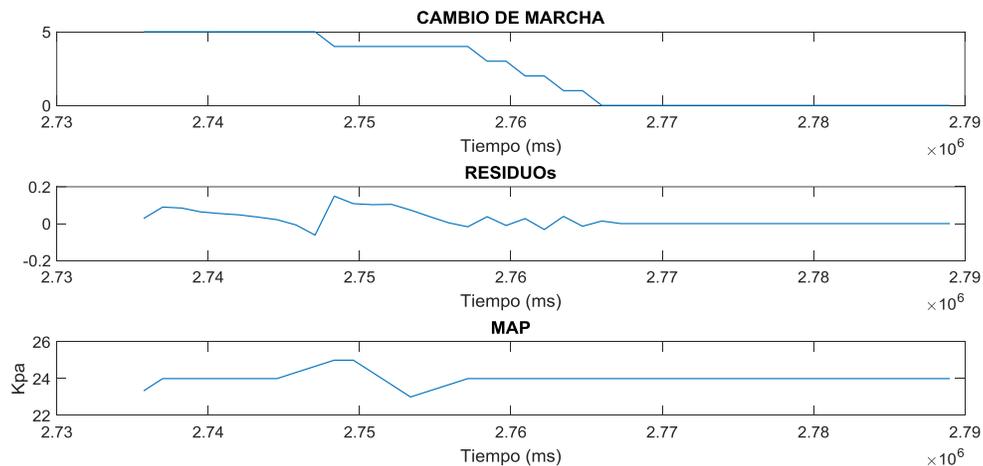


Figura 9. 24. Gráfica de los vectores Cambio de Marcha, Residuos y MAP del Hyundai Getz.

Cuando se grafica el vector del régimen de giro para este suceso ocurrido se tiene que el comportamiento que adquiere es inusual, mostrado en la figura 9.25.

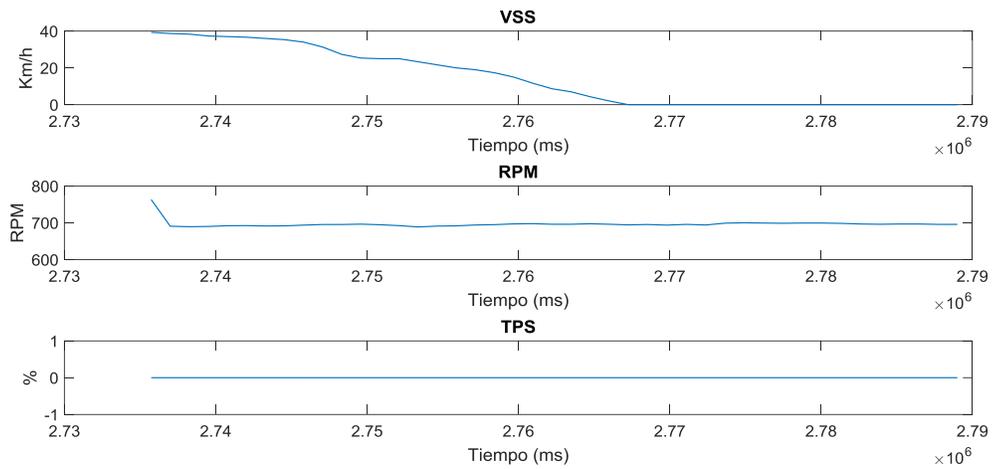


Figura 9. 25. Grafica de los vectores VSS, RPM y TPS del Hyundai Getz.

Para el régimen de giro, al inicio del frenado desciende hasta valor de ralentí, lo que podría indicar que el conductor desciende con el pedal del embrague accionado, ahora se amplía el rango en donde se extraen el grupo de datos, en lo que se puede visualizar otros eventos, para así entender el comportamiento que tiene el vector del régimen de giro. Como se muestra en la figura 9.26 el cual se puede advertir el punto marcado en donde inicia el proceso de frenado.

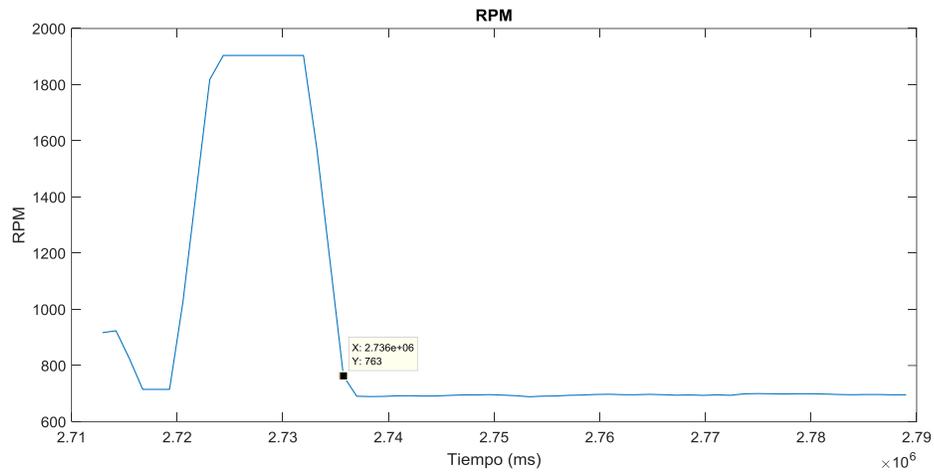


Figura 9. 26. Grafica del régimen de giro del motor del Hyundai Getz.

El régimen de giro desciende antes del frenado por lo que es necesario graficar el vector de cambio para comprobar lo sucedido, como se aprecia en la figura 9.27.

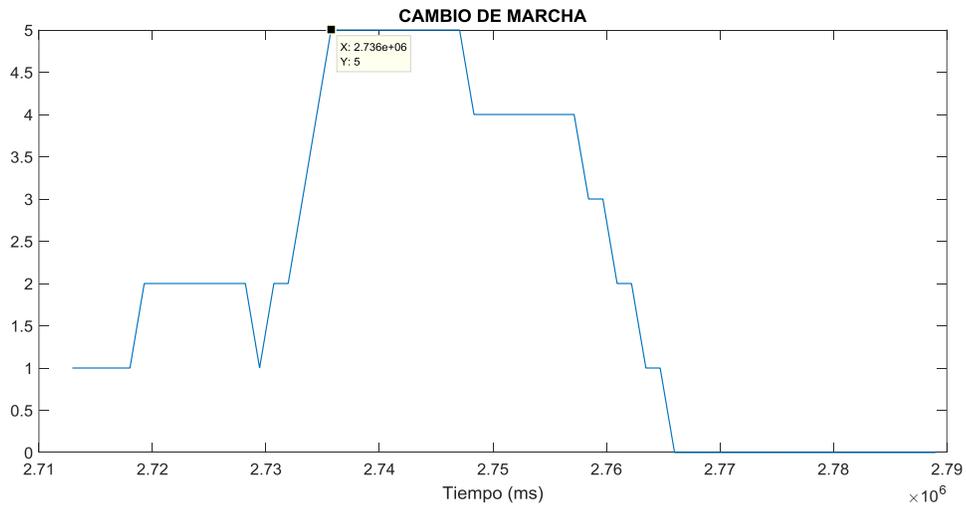


Figura 9. 27. Cambio de marcha Hyundai Getz.

Existe un punto en donde indica cuando se inicia la acción de frenado indicado en la figura 9.27, pero antes de ese evento el conductor ha realizado diferentes cambios de marcha, con la última que empieza desde la segunda marcha y luego sube hasta la quinta marcha, razón por lo que el régimen de giro (en la figura 9.26) sube y desciende consecutivamente.

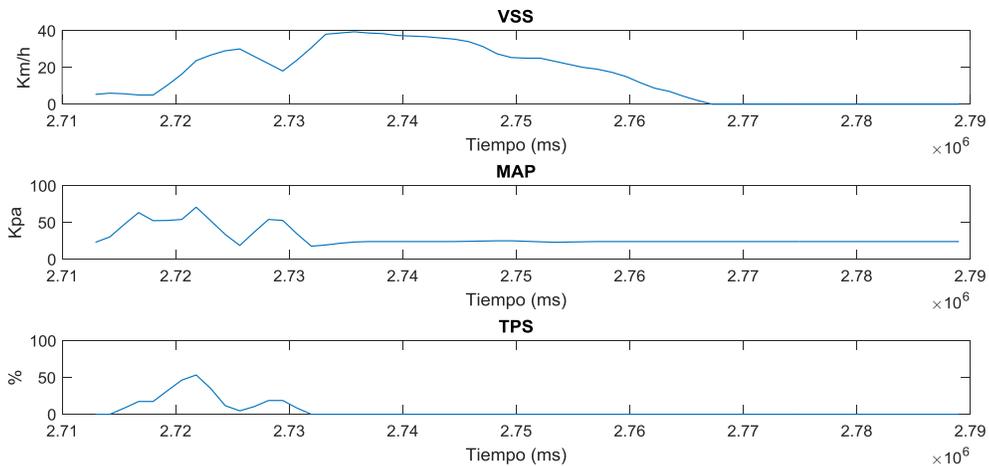


Figura 9. 28. VSS, MAP y TPS del Hyundai Getz.

En la figura 9.28, se puede distinguir en que parte se produce el frenado, lo que da como resultado la razón del por qué el régimen de giro se comporta de un modo distinto; el conductor ha realizado varios cambios previos antes de frenar completamente. Cuando se trata de detener el vehículo lo hace con el pedal del embrague accionado, igualmente ocurre con los valores del MAP que se mantienen casi constantes dentro del rango del ralentí.

10. Análisis de comportamiento de embrague y desembrague

El embrague es parte de un mecanismo esencial para la movilidad del vehículo a través del evento de acople y desacople, estos suaves y progresivos, genera la desconexión entre el motor y las ruedas, ya sea para variar de velocidad o si se desea parar el vehículo sin detener el motor. Dicha desconexión será captada por los sensores para el análisis de su comportamiento a través de sus señales PID's y de sus residuos. Tal es el caso en el proceso de frenado que fue analizado en el capítulo anterior en el cual se pudo presenciar un suceso de desembragado en todas las muestras adquiridas; cuando el conductor detiene completamente el vehículo accionará el pedal del embrague con el propósito de disminuir el número de marchas tal como se muestra en la figura 10.1.

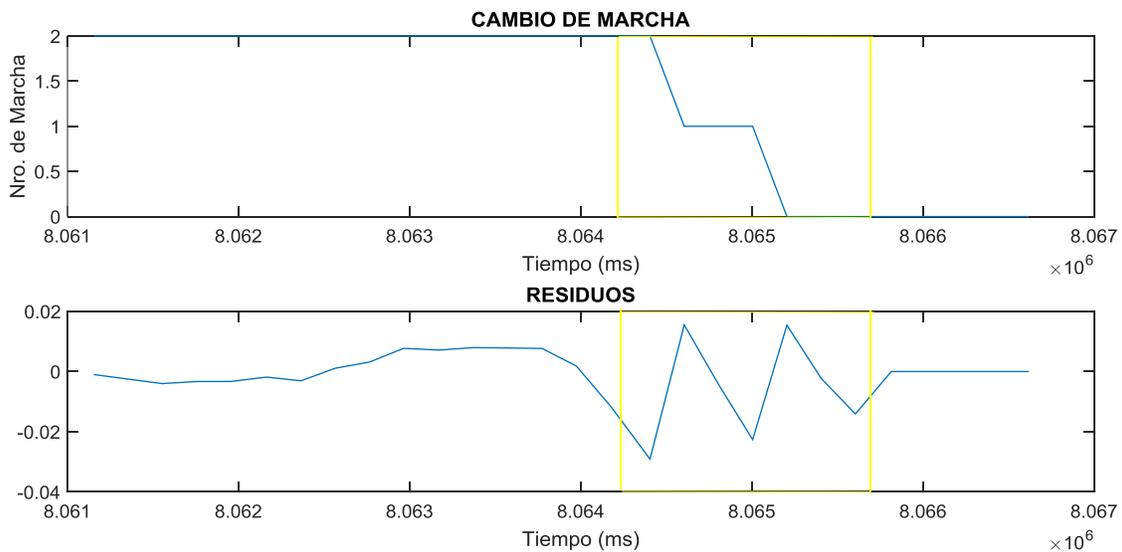


Figura 10. 1. Cambio de Marcha.

Estos sucesos son necesarios identificar y segregar por lo que se diseñó un scrip que se encargará de reconocer el evento de embrague y desembrague mediante la aplicación del método estadístico de la desviación estándar. Mediante el cálculo en la trama de datos obtenida se pudo determinar el valor de la media para cada marcha, posterior a esto se adquiere desviaciones estándar en cada una de ellas.

La desviación estándar permite conocer que tan dispersos se encuentran los conjuntos de datos con respecto a un promedio.

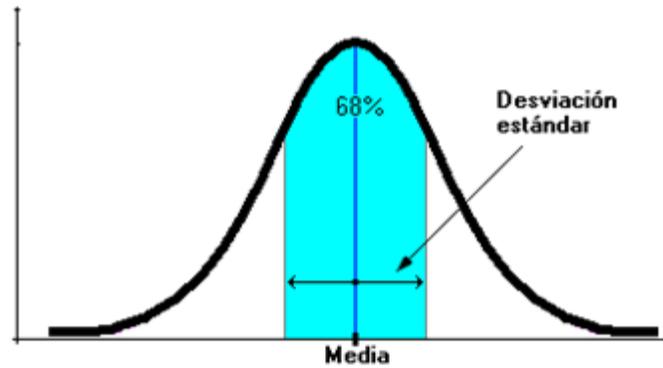


Figura 10. 2. Desviación Estándar.

Fuente: (RIQUELME, 2018)

Es decir, mide cuan separados están los datos en comparación a la media, esta es representada como la raíz cuadrada de la varianza, a continuación, la ecuación que se utiliza.

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N (X_i - \bar{x})^2}$$

Ecuación 10 1. Cálculo de la desviación estándar

Fuente: (Rendón-Macías, Villasís-Keever, & Miranda-Novales, 2016)

Aplicándose al desarrollo del script, quien representará la desviación para cada media calculada, como se puede apreciar en la figura 10.3.

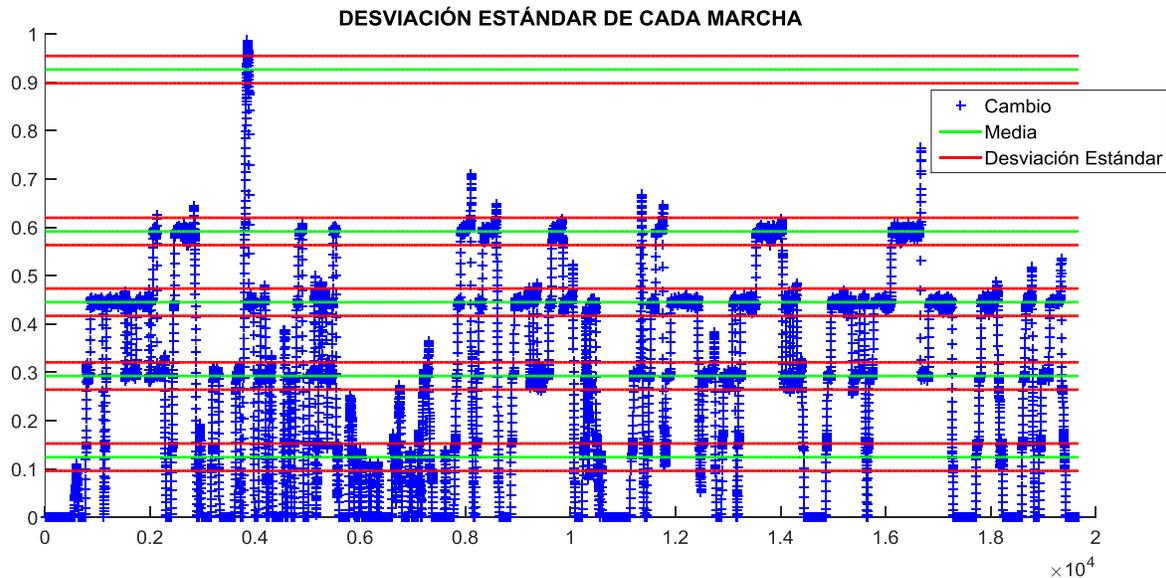


Figura 10. 3. Desviación estándar con respecto a los cambios de marcha.

La figura 10.3 describe los cambios de marcha presentes en toda la trama de datos, el cual se obtiene automáticamente el valor de la media para cada marcha ocurrida (mostrada de color verde) en el vehículo, establecerá límites los cuales representaran a la desviación estándar (color rojo). Todos los puntos que están fuera del límite de la desviación estándar son considerados como eventos de desembragado y embragado.

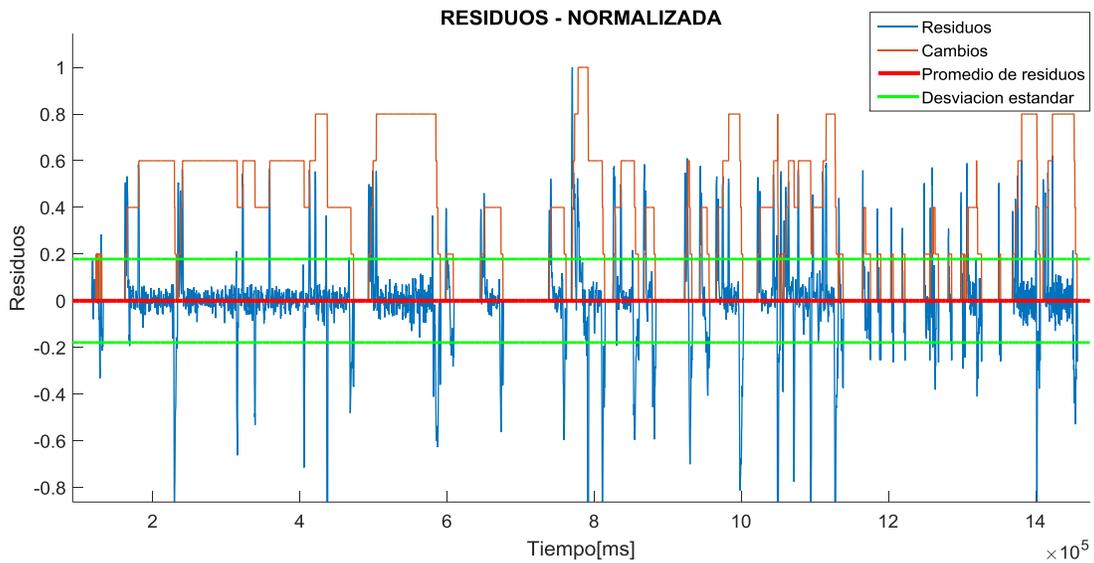


Figura 10. 4. Grafica del Residuo vs la desviación estándar y el cambio de marchas.

En la figura 10.4 muestra la gráfica de los residuos con respecto al vector de cambio de marcha, se puede visualizar que el conductor realiza un cambio de marcha, el residuo reacciona ante estos eventos, cuando se accione el pedal (desembrague) se desconecta el motor con respecto a las ruedas lo que provoca la separación de la relación que tiene del VSS y RPM, lo que genera que el residuo aumente o disminuya fuera de la desviación estándar. Con base en estos parámetros se establece condiciones tal y como se muestra en la tabla 4, el comportamiento de los residuos en cada marcha se representada de manera generalizada.

Tabla 10. 1.

Parámetros para considerar embrague y desembrague

Sensor	Comportamiento de señal
VSS y RPM	Disminución y elevación de RPM
TPS	Apertura y cierre de la mariposa de aceleración

De acuerdo con la tabla se puede visualizar el parámetro necesario para identificar el momento de cambio de marcha, el cual servirá para reconocer mediante una programación el embrague y desembrague existente dentro de una trama de datos.

De igual manera que al proceso de frenado se aplica el mismo análisis al evento de desembragado, el script diseñado da la opción de tener un vector binario, el cual al multiplicar por los demás vectores que representan a los sensores y el régimen de giro, lo que genera las siguientes imágenes que representan aquellos puntos que reaccionan ante el embragado o desembragado.

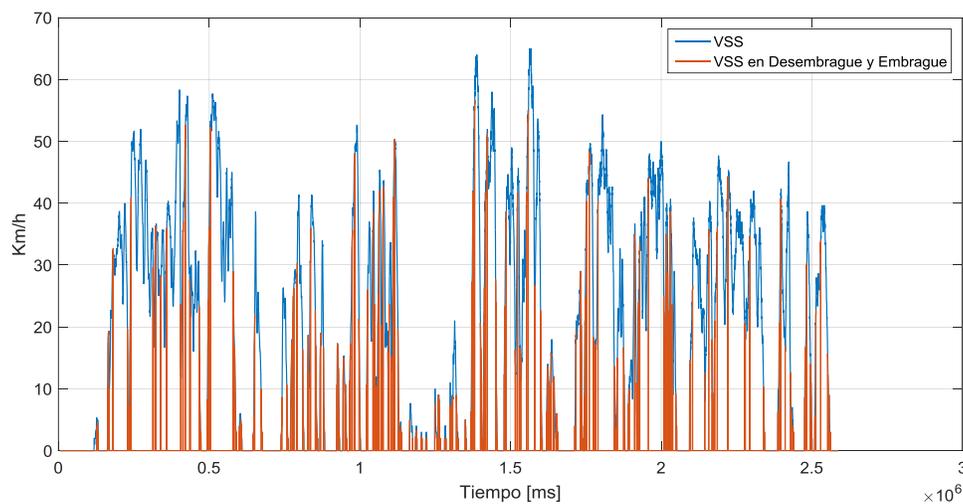


Figura 10. 5. Embrague y desembrague en el vector del VSS.

Tal como puede verse en la figura 10.5. los puntos que representan a un evento de desembragado toman de color rojo, igualmente como se realizó con el frenado se discrimina aquellos valores que no correspondan transformándolos a cero. Para el TPS cuando se encuentra cerrado adquiere un valor de 12, esto dependerá del vehículo en el que se realizará el análisis.

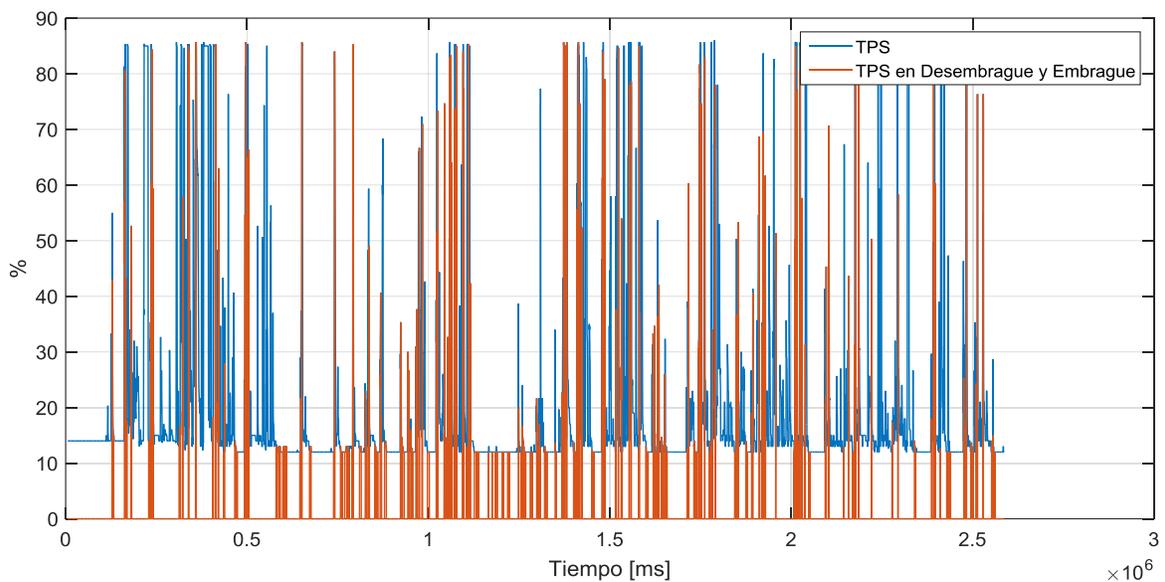


Figura 10. 6. Embrague y desembrague en el vector del TPS.

Para el régimen de giro, mostrado en la figura 10.6 se discrimina aquellos valores que no corresponden, lo que se obtiene un comportamiento que produce solo cuando el pedal del embrague esta accionado.

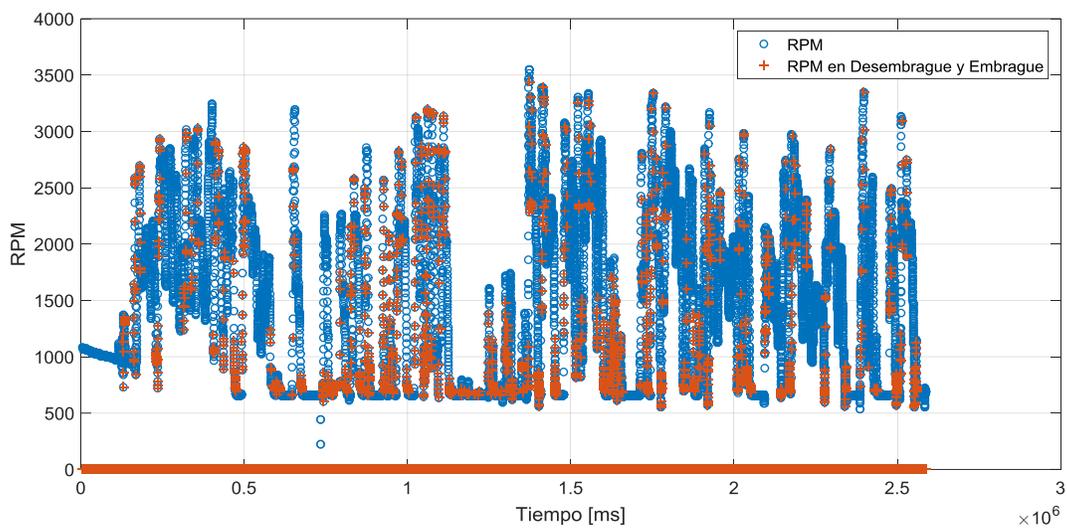


Figura 10. 7. Embrague y desembrague en el vector del régimen de giro (RPM).

De igual forma sucede con los valores del MAP, se transforman aquellos valores que no correspondan; los que si cumplen pasan formar parte del evento tal como se aprecia en la figura 10.8.

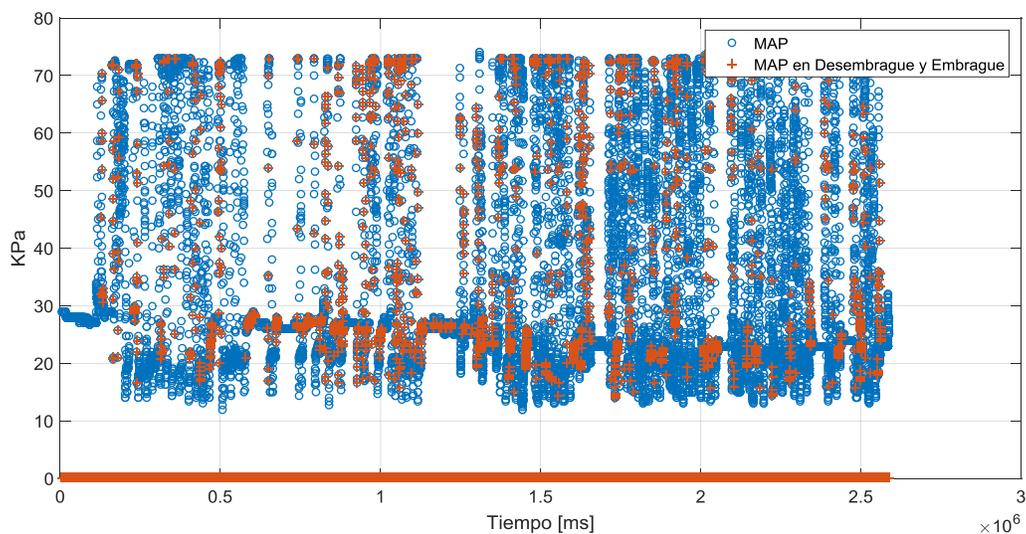


Figura 10. 8. Embrague y desembrague en el vector del MAP.

Se obtiene todos estos comportamientos para cada uno de los vectores, se desarrolla otra gráfica que muestra de forma universal el lugar en donde se localizan en el diagrama de velocidades de transmisión todos los puntos del desembragado y embragado.

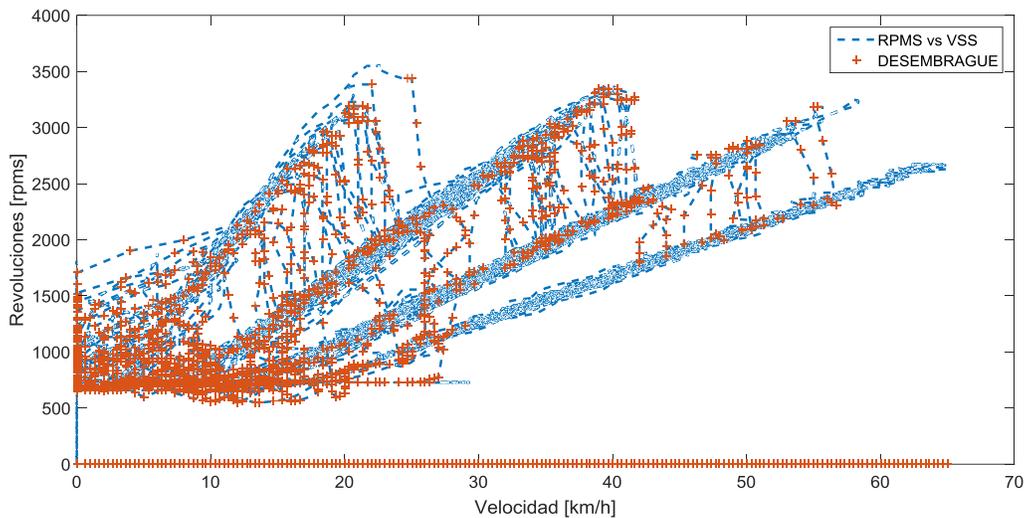


Figura 10. 9. Embrague y desembrague en diagrama de velocidades.

En la figura 10.10 se observa a todos los puntos de residuo que representan al accionar el pedal del embrague con la línea de la desviación estándar representada de color verde, muestra que la desconexión del motor con respecto de las ruedas provoca una interrupción de la relación del VSS y RPM lo que genera que los residuos sobrepasen la línea de la desviación. El comportamiento ascendente o descendente dependerá exclusivamente si se realiza un cambio hacia una marcha superior o la disminución de marchas.

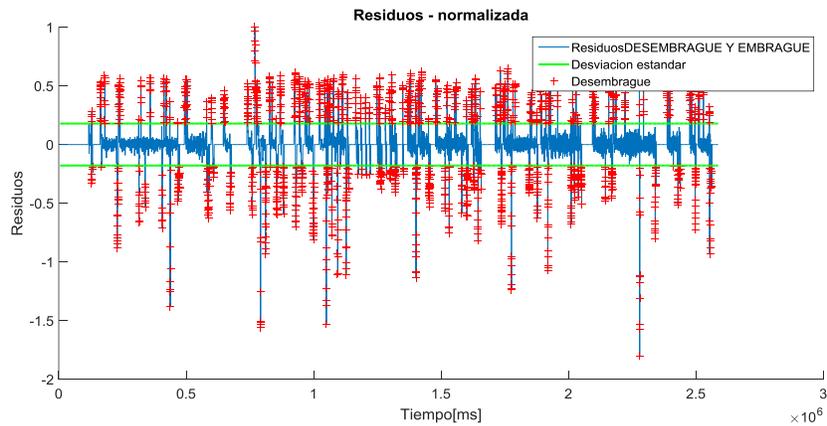


Figura 10. 10. Embrague y desembrague en el vector de residuos.

10.1. Análisis en desembrague y embrague en el cambio de marcha.

Se aprecia en la figura 10.11 que a partir de la obtención general se selecciona un área en particular donde ocurre el cambio de marcha, se puede evidenciar el comportamiento de residuo en el evento.

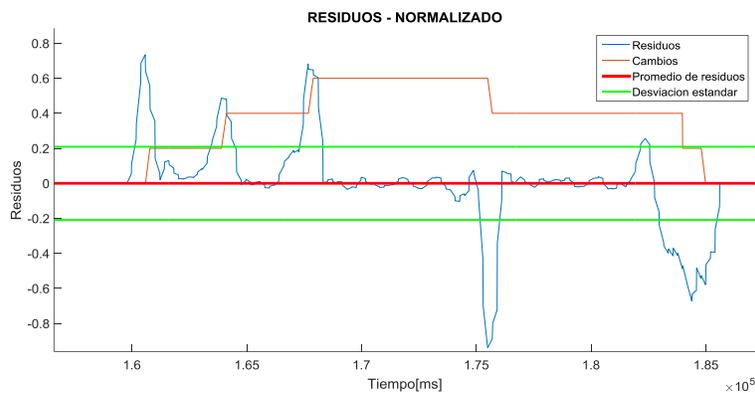


Figura 10. 11. Desembrague y embrague para cada marcha.

De acuerdo con la figura 10.11 a través del residuo que se origina en la media, formándose picos que sobresalen de la desviación estándar, con base en esto se comprueba que fue aplicado el desembrague, posterior a esto se realiza el desplazamiento de neutro a primera marcha y el residuo realiza una intersección con el cambio requerido e interpretándose como embrague.

10.1.1. Análisis en desembrague y embrague en el cambio de marcha ascendente en un vehículo con cuerpo de aceleración motorizado.

10.1.1.1. Cambio de neutro a primera marcha. En la figura 10.12 se aprecia que, mediante el cambio de neutro a primera marcha, VSS es progresivo con una ligera caída en el régimen de giro, lo que provoca un escalón en el residuo que desciende y después se restablece en el instante que se lleva a cabo la marcha superior. La presión de MAP también aumenta considerablemente al igual que la apertura del TPS.

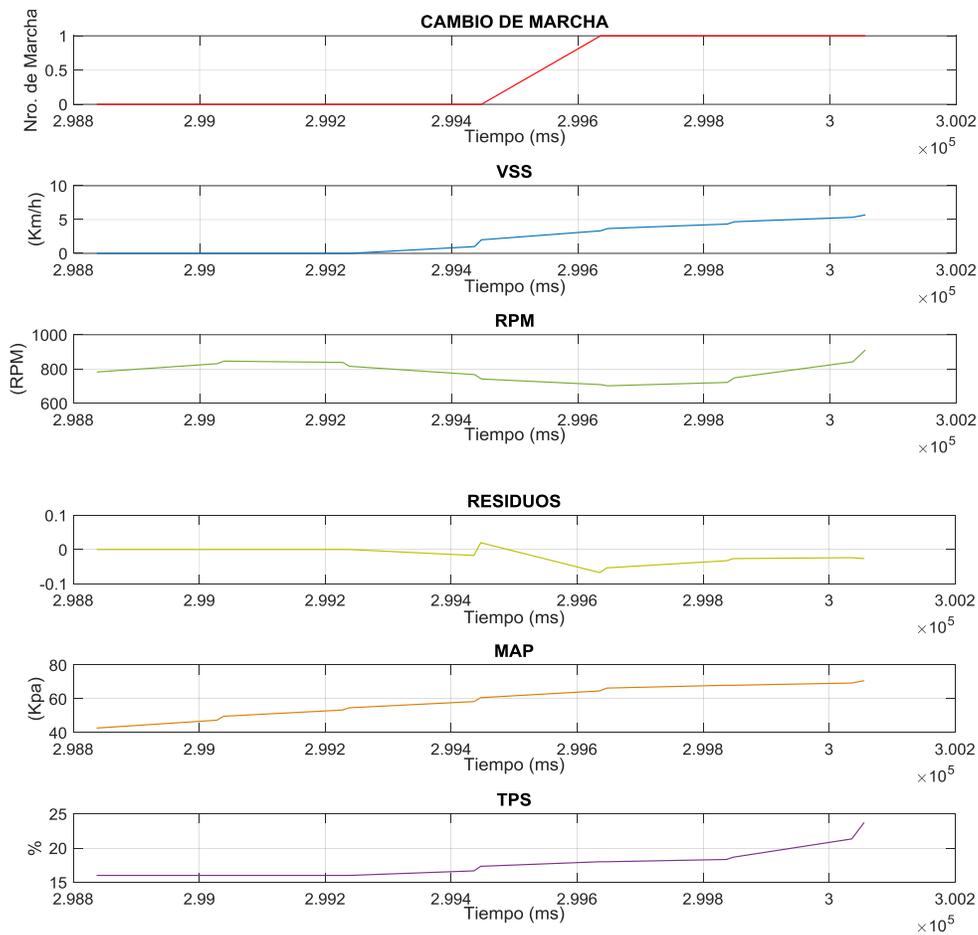


Figura 10. 12. Cambio de marcha ascendente de neutro a primera.

10.1.1.2. Cambio de primera a segunda marcha. En la figura 10.13 se aprecia que, mediante el cambio de primera a segunda marcha, VSS se mantiene constante con una caída gradual en el régimen de giro, lo que provoca un escalón en el residuo que descende y luego se restablece en el instante que se lleva cabo hacia la marcha superior. La presión de MAP aumenta de manera paulatina al igual que la apertura del TPS.

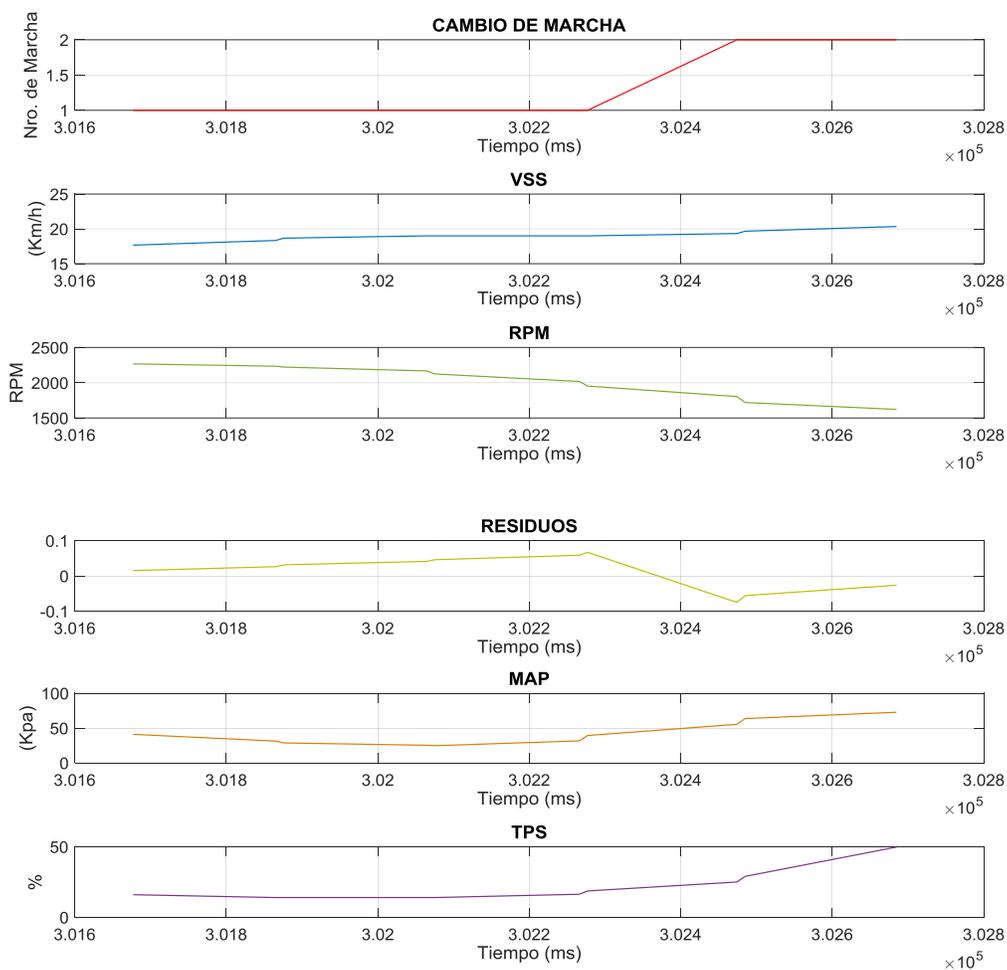


Figura 10. 13. Cambio de marcha ascendente de primera a segunda.

10.1.1.3. Cambio de segunda a tercera marcha. En la figura 10.14 se aprecia que, mediante el cambio de segunda a tercera marcha, VSS es progresivo con una ligera caída en el régimen de giro, lo que provoca un escalón en el residuo que desciende y después se restablece en el instante que se realiza el cambio hacia la marcha superior. La presión de MAP aumenta de manera paulatina antes y durante el desplazamiento de este evento, se mantiene abierto el TPS.

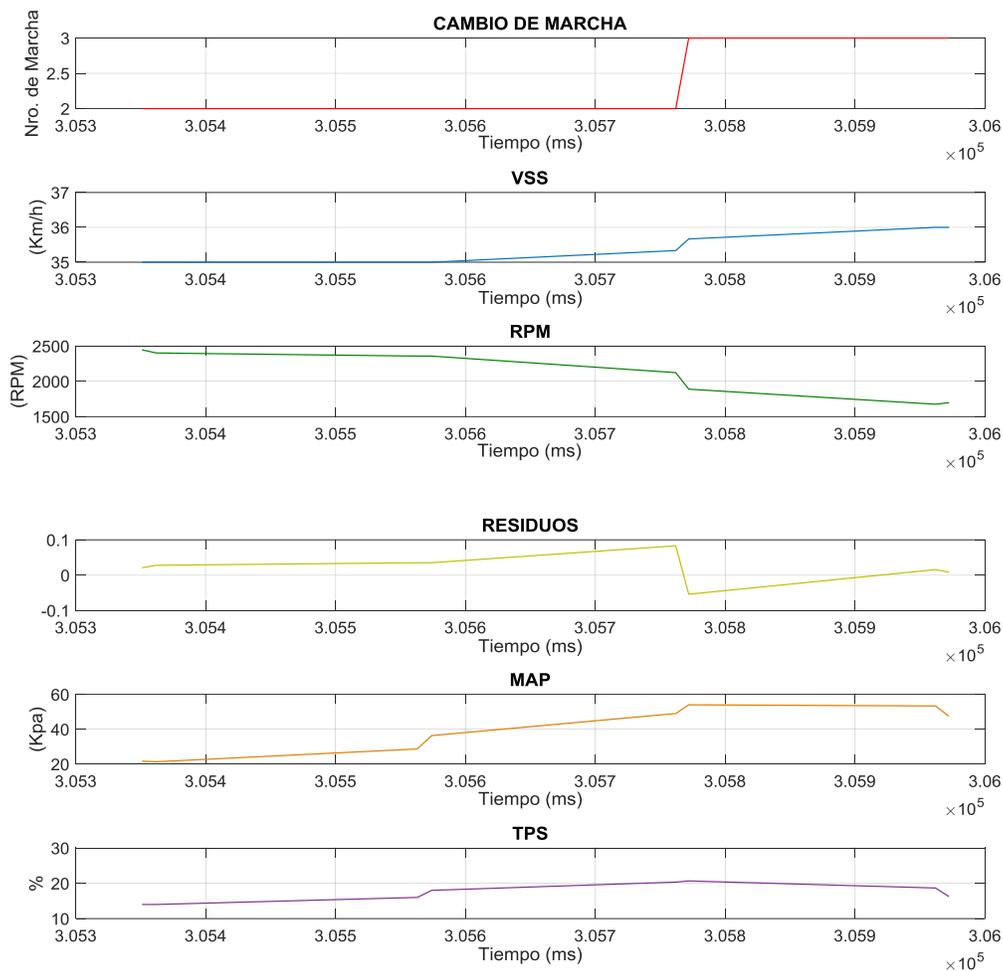


Figura 10. 14. Cambio de marcha ascendente de segunda a tercera.

10.1.1.4. Cambio de tercera a cuarta marcha. En la figura 10.15 se aprecia que, mediante el cambio de tercera a cuarta marcha, VSS disminuye de manera paulatina con una caída similar en el régimen de giro, lo que provoca un escalón en el residuo que desciende y después restableciéndose de manera gradual luego que se haya llevado a cabo hacia la marcha superior. La presión de MAP aumenta durante y después del desplazamiento de este evento que es de manera escalonada, pero cerrándose progresivamente el TPS.

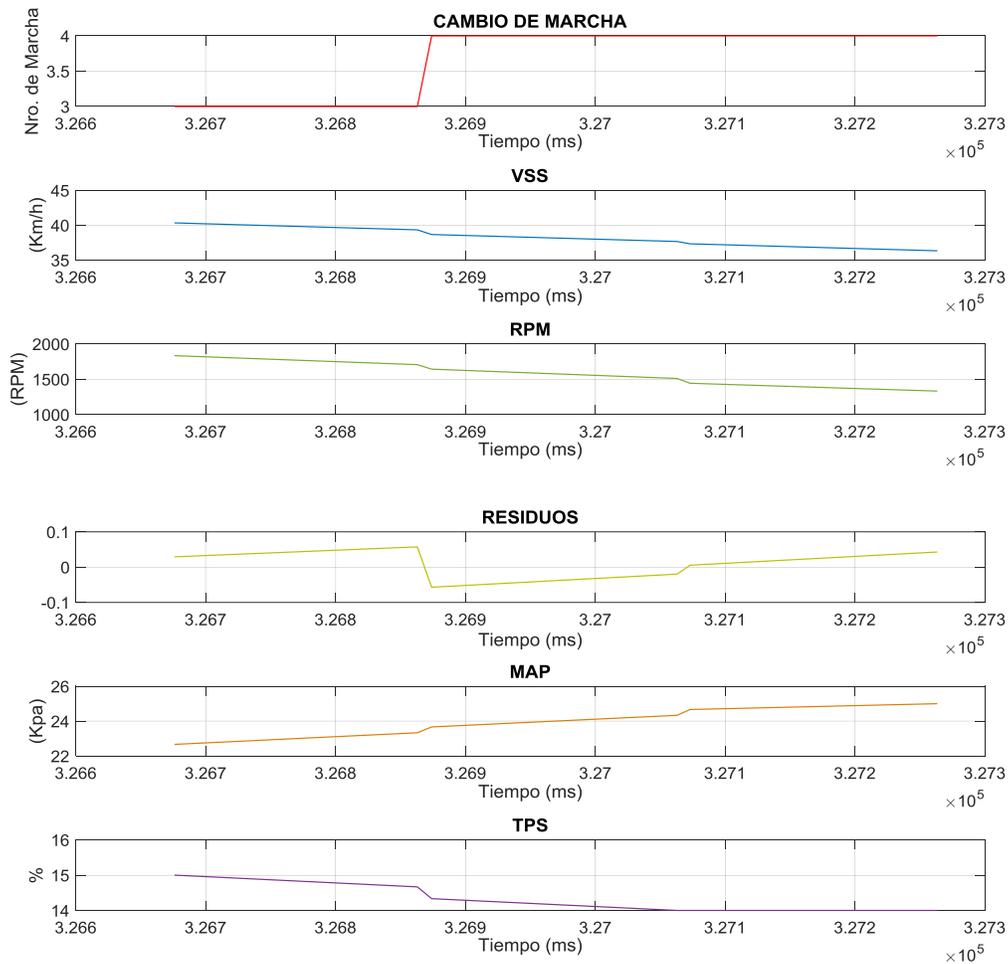


Figura 10. 15. Cambio de marcha ascendente de tercera a cuarta.

10.1.1.5. Cambio de cuarta a quinta marcha. En la figura 10.16 se aprecia que, mediante el cambio de cuarta a quinta marcha, VSS disminuye levemente con una caída similar en el régimen de giro, donde se forma un escalón en el residuo que desciende mas no restableciéndose en el instante que se lleva a cabo hacia la marcha superior. La presión de MAP aumenta después del desplazamiento del cambio que es de manera escalonada, pero manteniéndose constante en la mínima apertura el TPS.

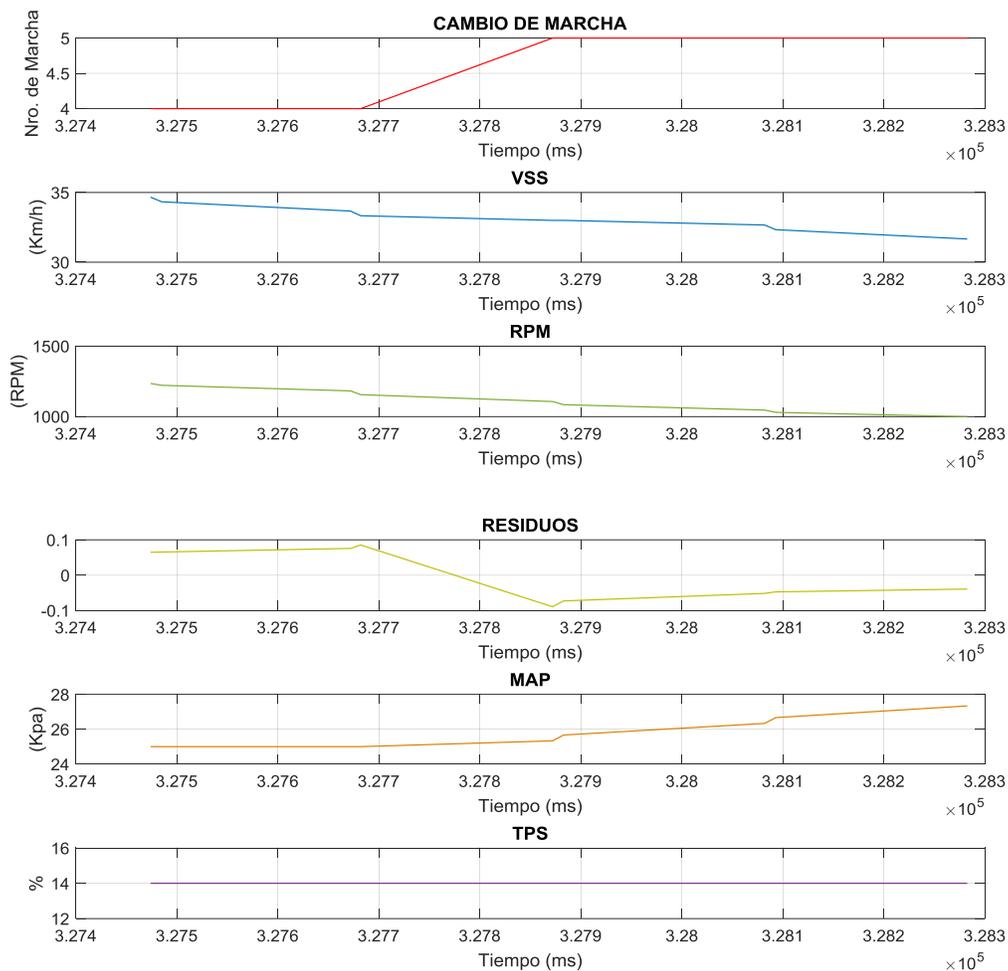


Figura 10. 16. Cambio de marcha ascendente de cuarta a quinta.

10.1.2. Análisis en desembrague y embrague en el cambio de marcha descendente en un vehículo con cuerpo de aceleración motorizado.

10.1.2.1. Cambio de quinta a cuarta marcha. En la figura 10.17 se aprecia que, mediante el cambio de quinta a cuarta marcha, dado en este instante existe disminución del VSS de manera gradual con un aumento en el régimen de giro, donde se forma un escalón en el residuo que asciende y luego se mantiene constante cuando se haya llevado a cabo la marcha inferior. La presión de MAP se decrece paulatinamente, pero se mantiene constante en la mínima apertura el TPS.

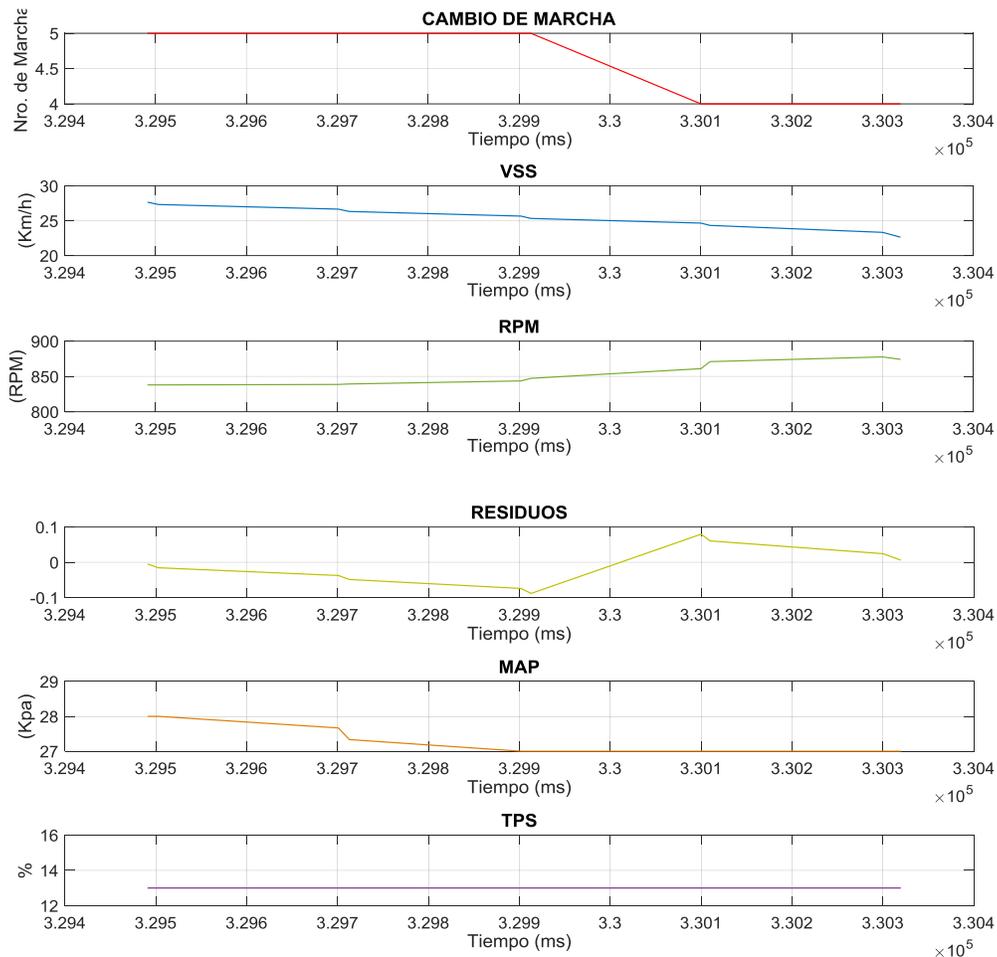


Figura 10. 17. Cambio de marcha ascendente de quinta a cuarta.

10.1.2.2. Cambio de cuarta a tercera marcha. En la figura 10.18 se aprecia que, mediante el cambio de cuarta a tercera marcha, dado que hay disminución del VSS de manera gradual con un incremento en el régimen de giro en el embrague, donde se forma un escalón en el residuo que asciende y luego continua así después que se haya llevado a cabo hacia la marcha inferior. La presión de MAP asciende paulatinamente y manteniéndose abierto el TPS.

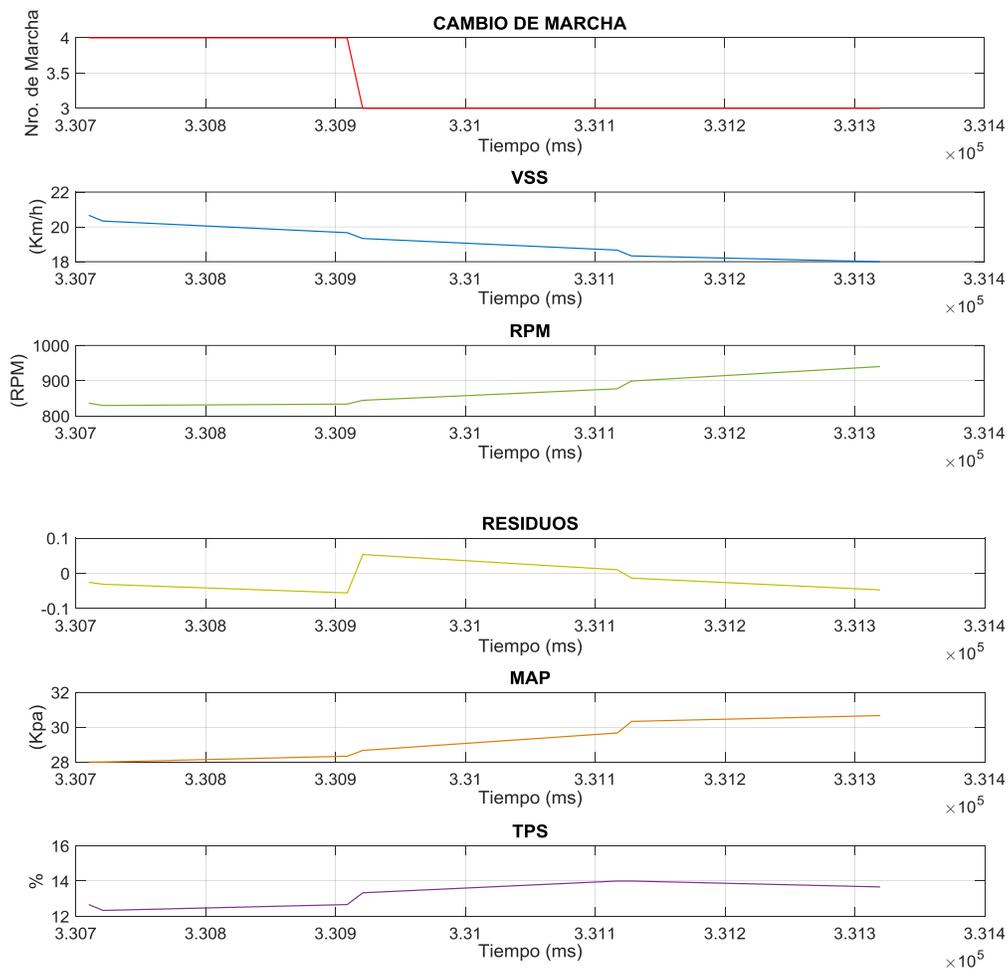


Figura 10. 18. Cambio de marcha descendente de cuarta de tercera.

10.1.2.3. Cambio de tercera a segunda marcha. En la figura 10.19 se aprecia que, mediante el cambio de tercera a segunda marcha, dado en ese instante existe disminución del VSS de manera gradual con un aumento en el régimen de giro, donde se forma un escalón en el residuo que asciende y luego se mantiene así cuando se haya llevado a cabo hacia la marcha inferior. La presión de MAP se incrementa paulatinamente, al igual que la apertura del TPS.

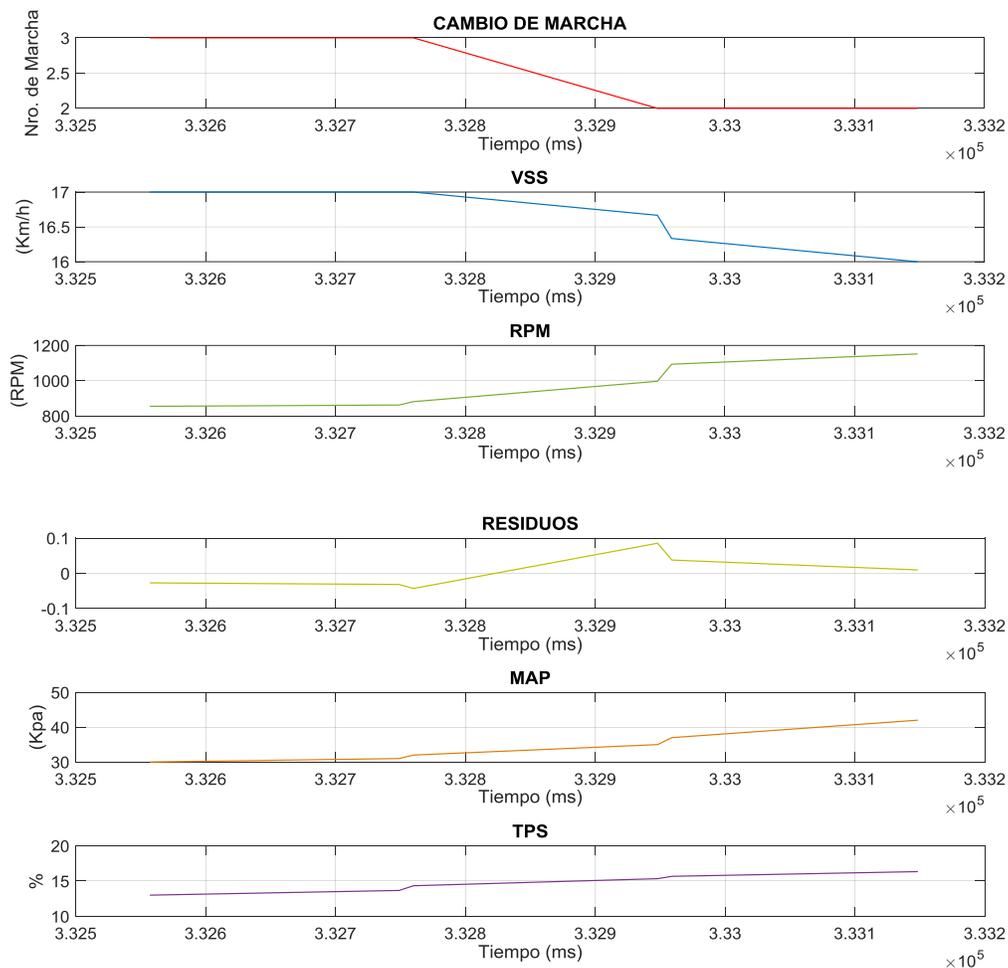


Figura 10. 19. Cambio de marcha descendente de tercera a segunda.

10.1.2.4. Cambio de segunda marcha a neutro. En la figura 10.20, se aprecia que, mediante el cambio de segunda marcha a neutro, dado que en ese instante hay disminución del VSS de manera gradual, con la disminución significativa en el régimen de giro, donde se forman escalones en el residuo que ascienden más no restableciéndose. La presión de MAP sube en este evento manteniéndose así, el TPS cambia de su estado constante a otro inferior de mismo modo.

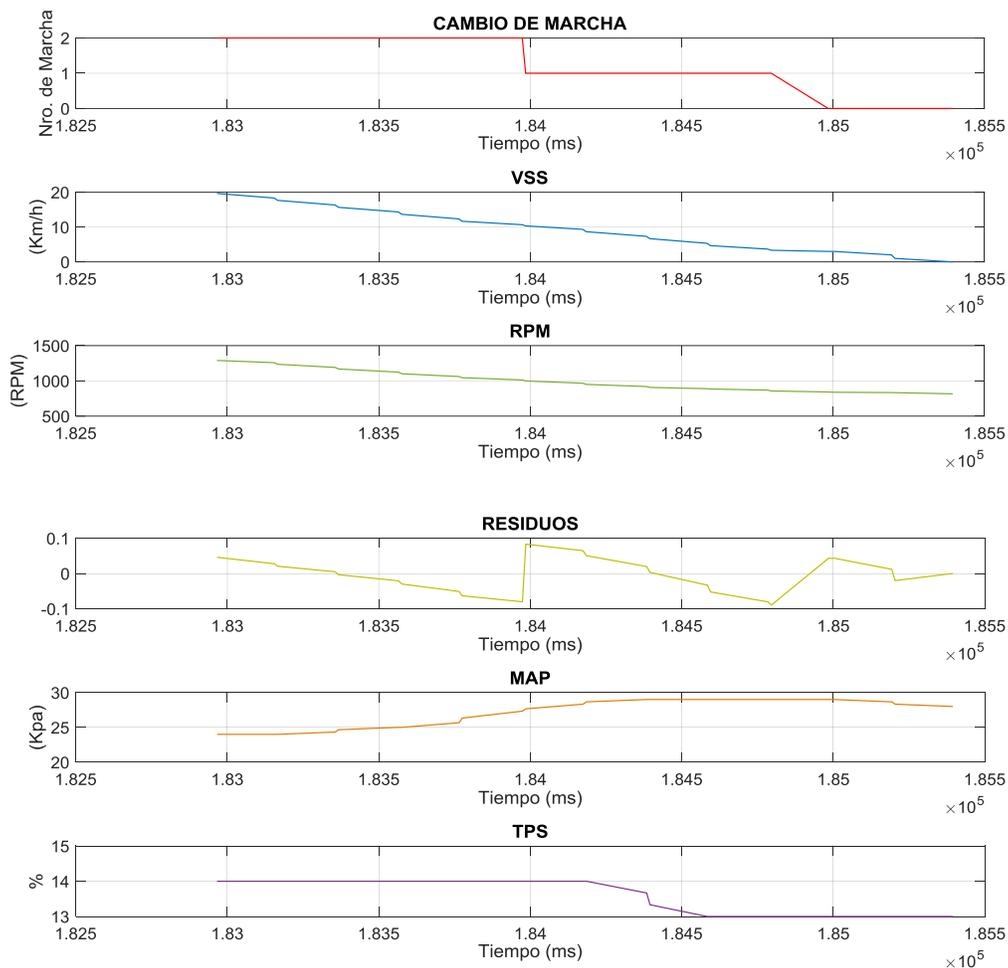


Figura 10. 20. Cambio de marcha descendente de segunda a neutro.

10.1.3. Análisis en desembrague y embrague en el cambio de marcha descendente en un vehículo con cuerpo de aceleración motorizado.

Como se aprecia en la figura 10.21 a partir de la obtención general se selecciona un área en particular donde ocurre el cambio de marcha, se puede evidenciar el comportamiento de residuo en el evento, para este caso existe un descenso de cuarta a segunda marcha que es de manera aleatoria, como se estima el comportamiento de dicho residuo fuera de la desviación estándar.

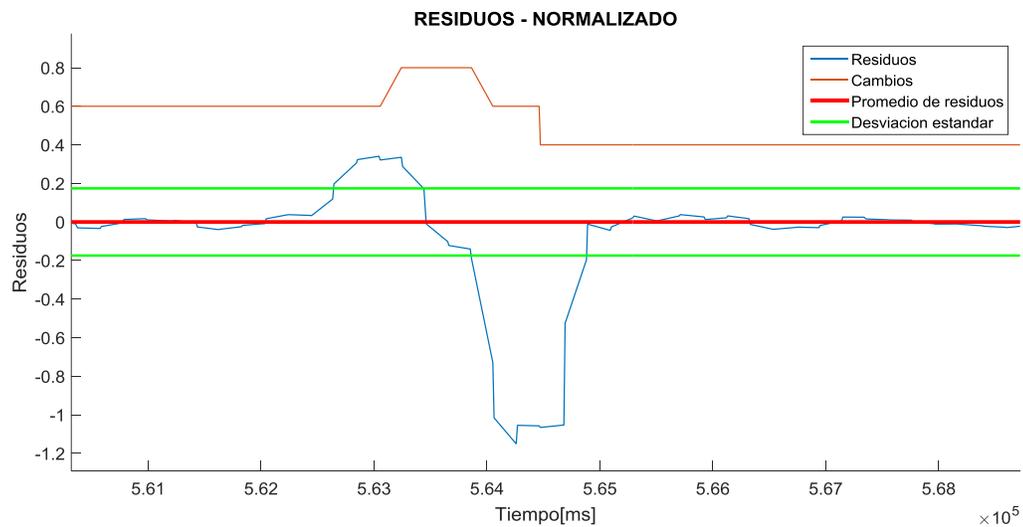


Figura 10. 21. Desembrague y embrague para cada marcha.

10.1.3.1. Cambio de cuarta a segunda marcha. En la figura 10.22 se aprecia que, mediante el cambio de cuarta a segunda marcha, dado en ese instante disminución de VSS de manera gradual, manteniéndose de manera constante el régimen de giro, pero posteriormente aumentan los residuos en cada cambio forman escalones y luego se restablecen. La presión de MAP decrece paulatinamente y manteniéndose cerrada la apertura del TPS.

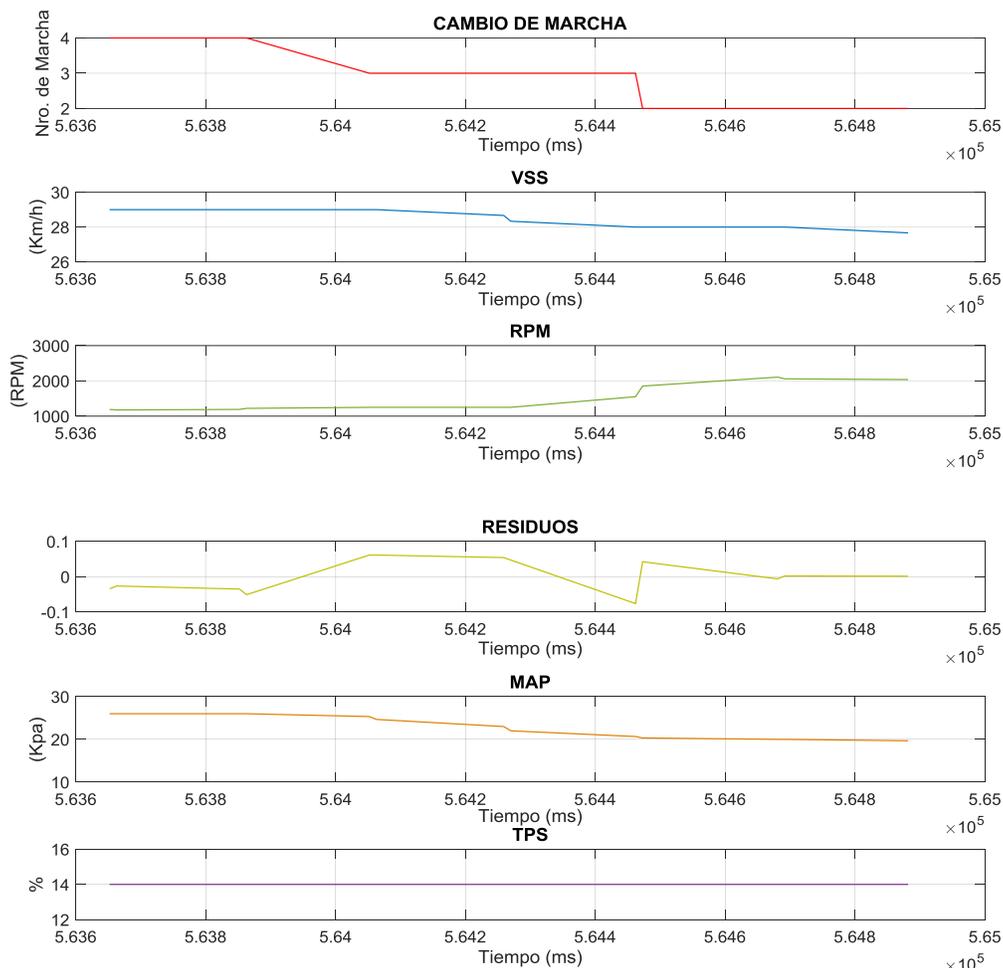


Figura 10. 22. Cambio de marcha descendente de cuarta a segunda.

10.1.3.2. Cambio de tercera marcha a neutro. En la figura 10.23 se aprecia que, mediante el cambio de tercera marcha a neutro, dado en ese instante disminución del VSS de manera gradual lo que aumenta el régimen de giro y manteniéndose de manera constante, los residuos en cada cambio forman escalones. La presión de MAP decrece paulatinamente y luego se restablece, manteniéndose cerrada la apertura del TPS.

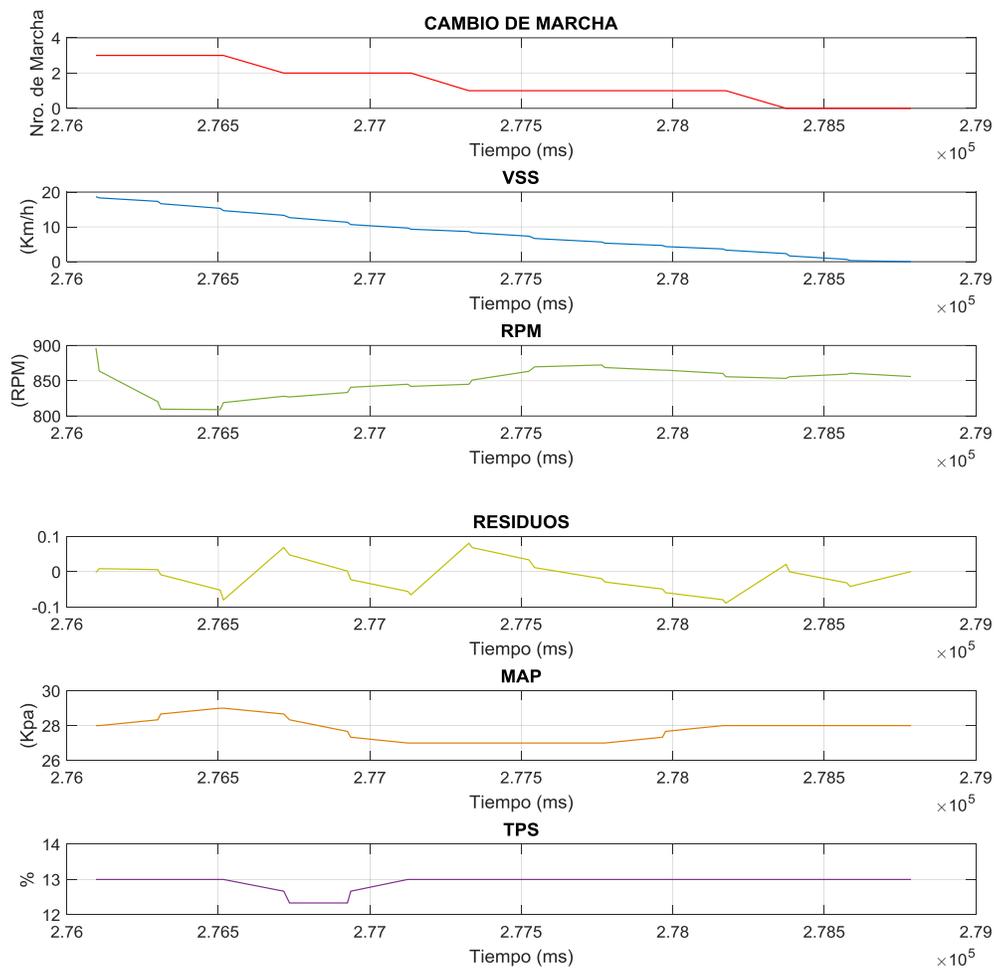


Figura 10. 23. Cambio de marcha descendente de cuarta a segunda.

10.1.4. Análisis en desembrague y embrague en el cambio de marcha ascendente en un vehículo con cuerpo de aceleración no motorizado (mecánico).

10.1.4.1. Cambio de neutro a primera marcha. En la figura 10.24 se aprecia que, mediante el cambio de neutro a primera marcha, VSS es progresivo, existe aumento en el régimen de giro, que desciende el residuo y luego se incrementa. La presión de MAP disminuye y posteriormente sube manteniéndose, se abre y se mantiene cerrado el TPS en el instante de llevarse a cabo este evento.

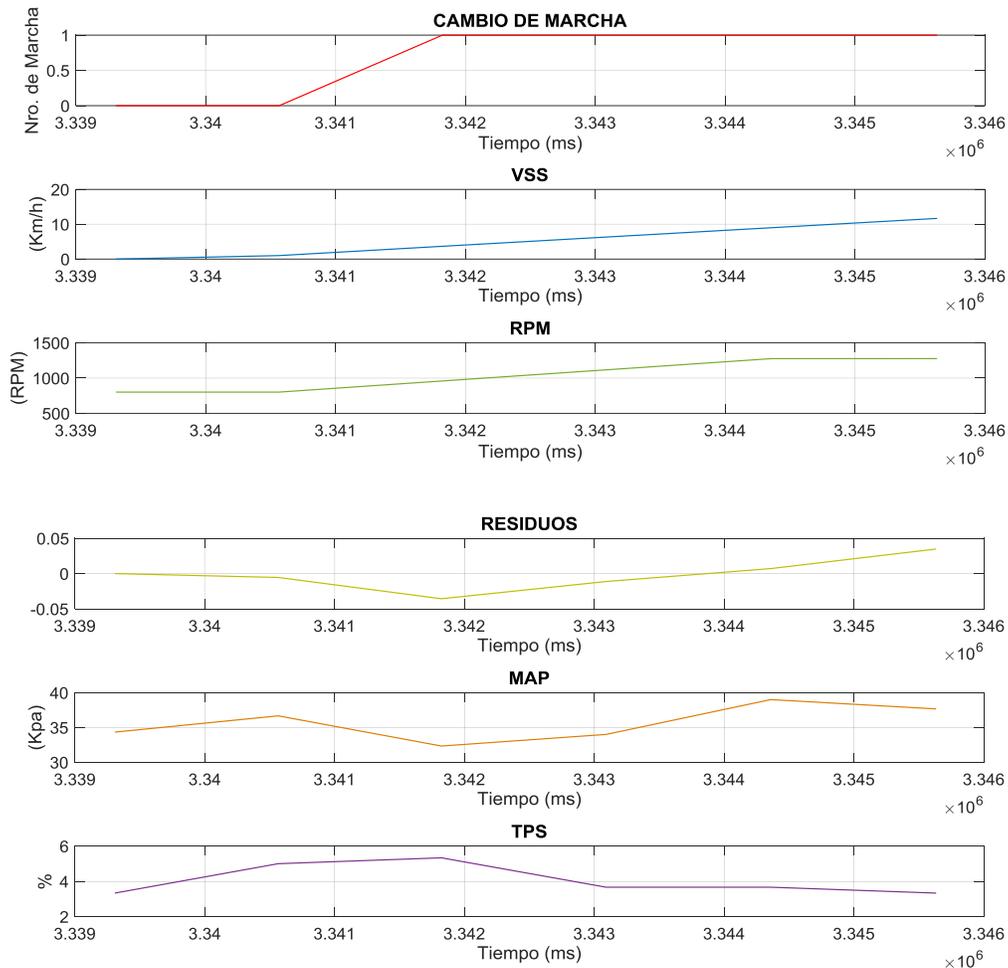


Figura 10. 24. Cambio de marcha ascendente de neutro a primera.

10.1.4.2. Cambio de primera a segunda marcha. En la figura 10.25 se aprecia que, mediante el cambio de primera a segunda marcha, dado que VSS es progresivo, existe una ligera caída en el régimen de giro, con el descenso en el residuo, pero aumenta posteriormente. La presión de MAP disminuye en el desembrague y posterior a esto aumenta directamente, la apertura de TPS es mínima y luego se abre.

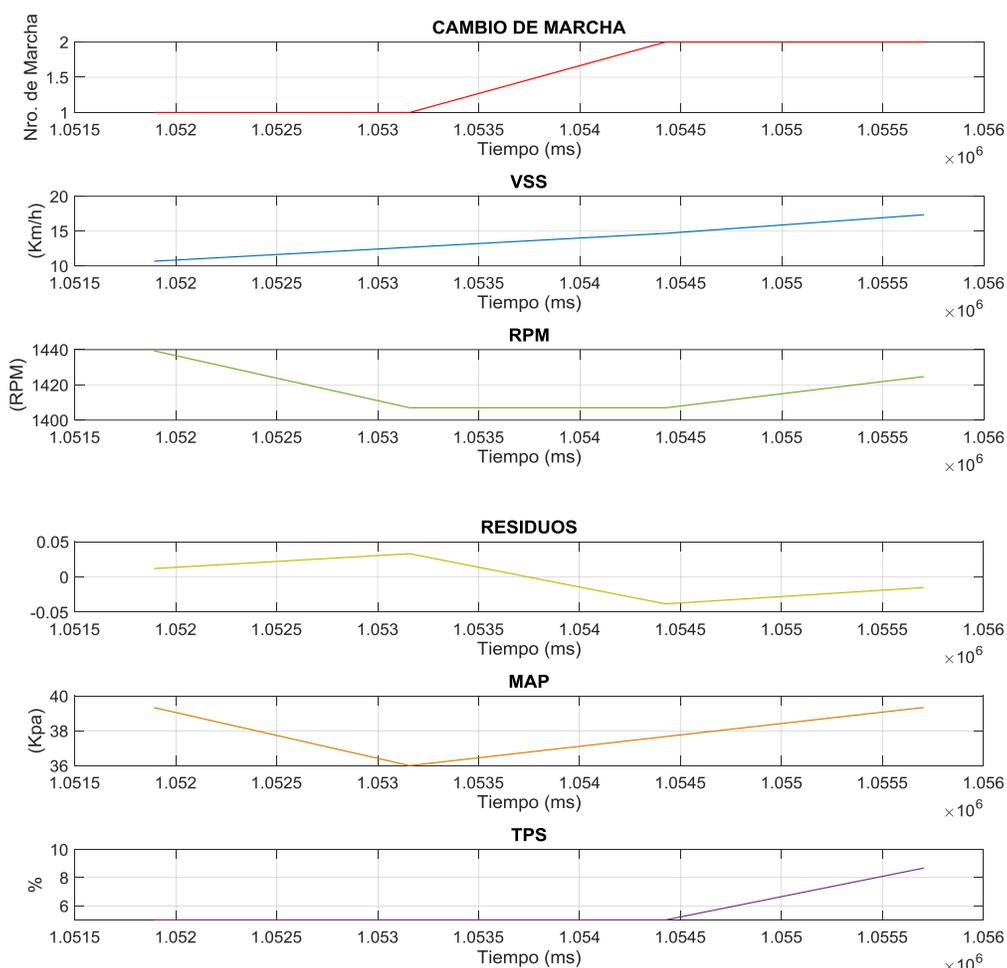


Figura 10. 25. Cambio de marcha ascendente de primera a segunda.

10.1.4.3. Cambio de segunda a tercera marcha. En la figura 10.26 se aprecia que, mediante el cambio de segunda a tercera marcha, dado que VSS es progresivo, existe aumento del régimen de giro, el residuo tiene caída y posteriormente restableciéndose. La presión de MAP aumenta en el desembrague y posterior a esto permanece continua y el TPS incrementa gradualmente, todo aquello en el instante que se lleva a cabo hacia la marcha superior.

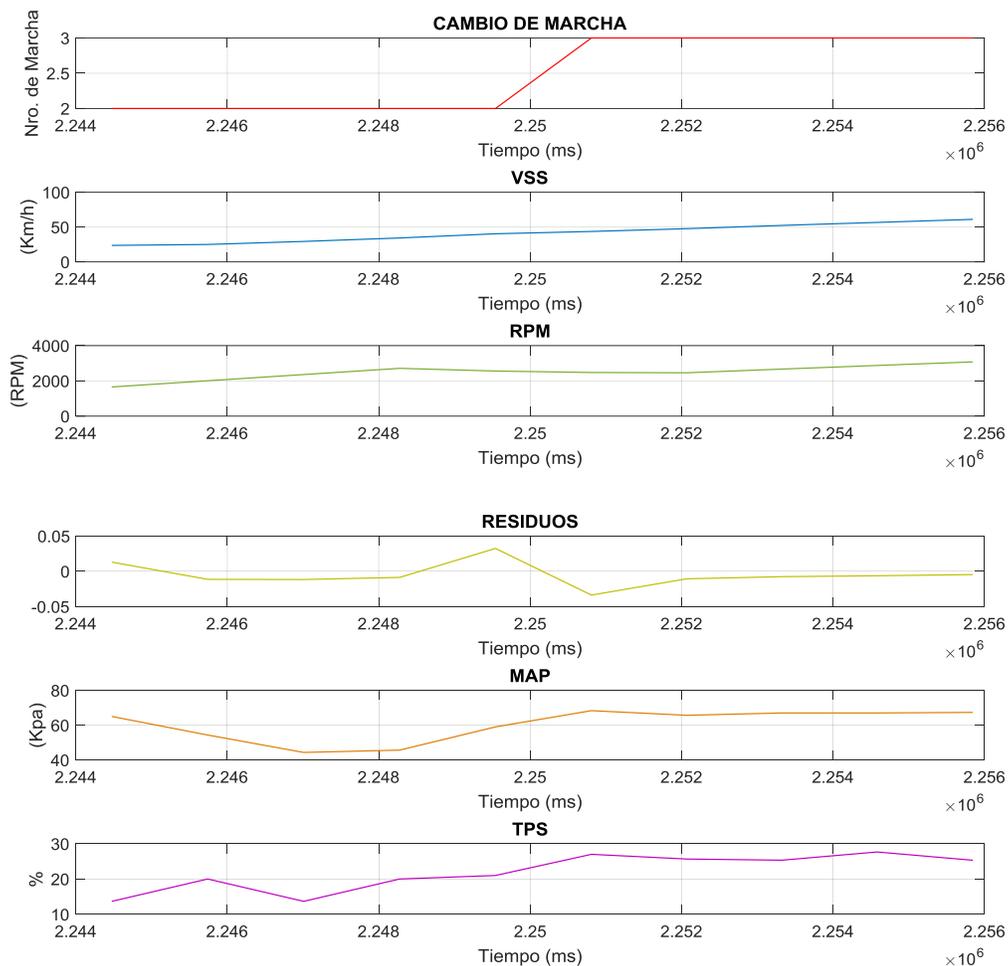


Figura 10. 26. Cambio de marcha ascendente de segunda a tercera.

10.1.4.4. Cambio de tercera a cuarta marcha. En la figura 10.27 se aprecia que, mediante el cambio de tercera a cuarta marcha, dado que VSS aumenta de manera paulatina, existe una ligera caída del régimen de giro, en cambio el residuo en un inicio disminuye, pero en el momento de embragado se incrementa. La presión de MAP baja para luego mantenerse sin cambios, al igual el cierre del TPS, todo aquello en el instante que se lleva a cabo hacia la marcha superior.

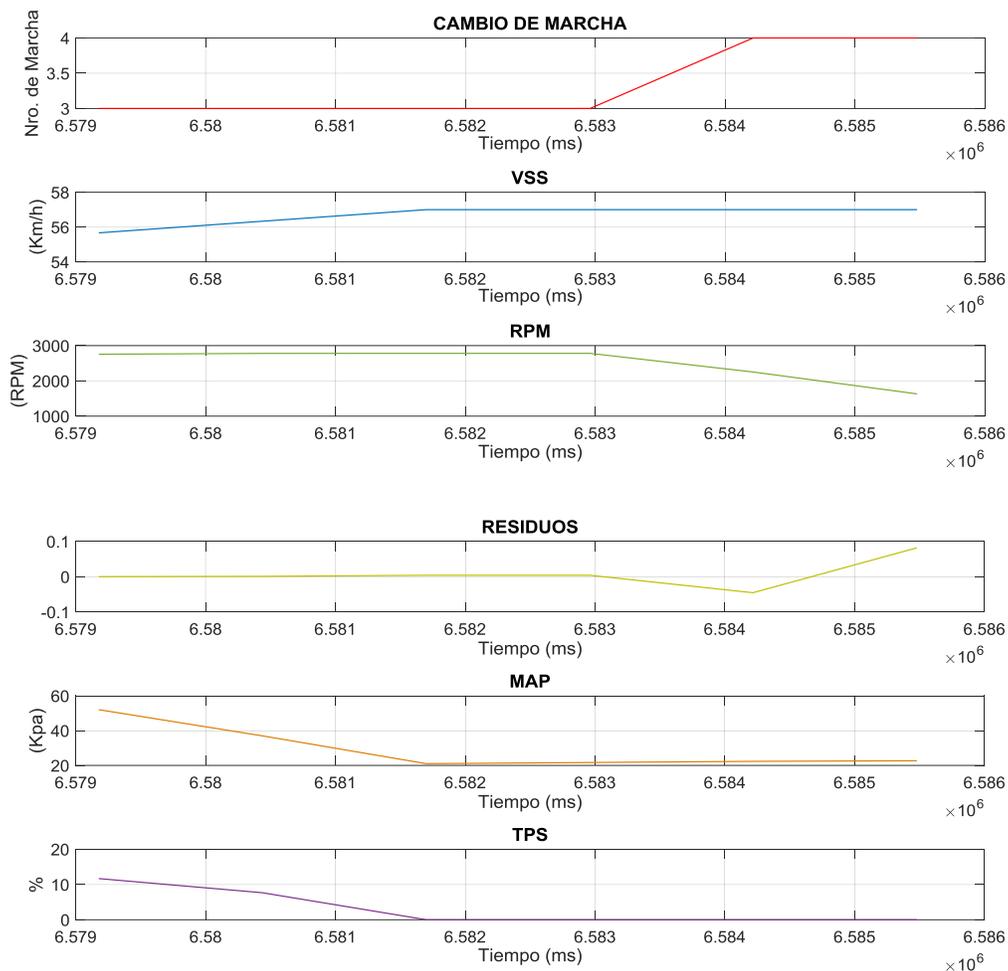


Figura 10. 27. Cambio de marcha ascendente de tercera a cuarta.

10.1.4.5. Cambio de cuarta a quinta marcha. En la figura 10.28 se aprecia que, mediante el cambio de cuarta a quinta marcha, dado que VSS se mantiene constante, existe una leve caída del régimen de giro, el residuo en un inicio disminuye, pero en el momento de embragado se restablece. La presión de MAP aumenta, sin embargo, el TPS se mantiene cerrado, todo aquello en el instante que se lleva a cabo hacia la marcha superior.

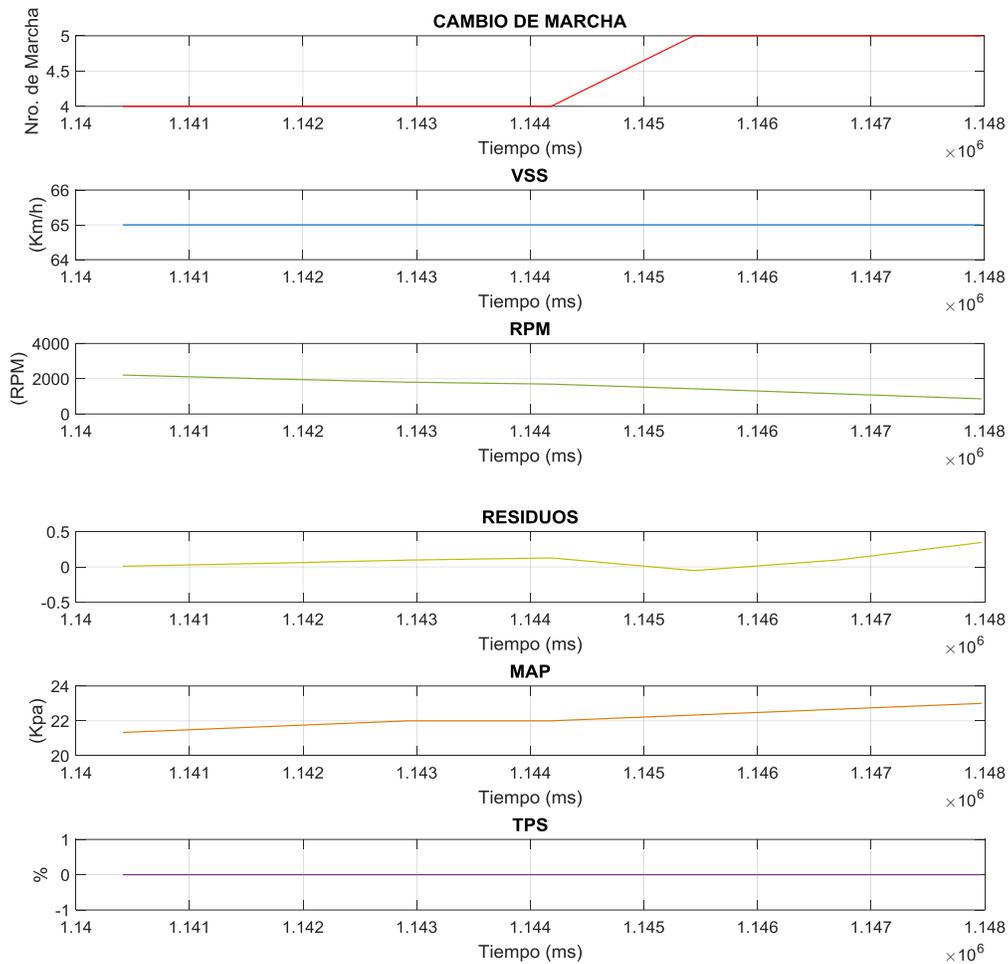


Figura 10. 28. Cambio de marcha ascendente de cuarta a quinta.

10.1.5. Análisis en desembrague y embrague en el cambio de marcha descendente en un vehículo con cuerpo de aceleración no motorizado (mecánico).

10.1.5.1. Cambio de cuarta a segunda marcha. En la figura 10.29 se aprecia que, mediante el cambio de cuarta a segunda marcha, dado que VSS disminuye levemente, existe también una caída similar en el régimen de giro, lo que forma un escalón en el residuo que asciende y después se restablece. La presión de MAP aumenta de manera paulatina al igual que la apertura del TPS.

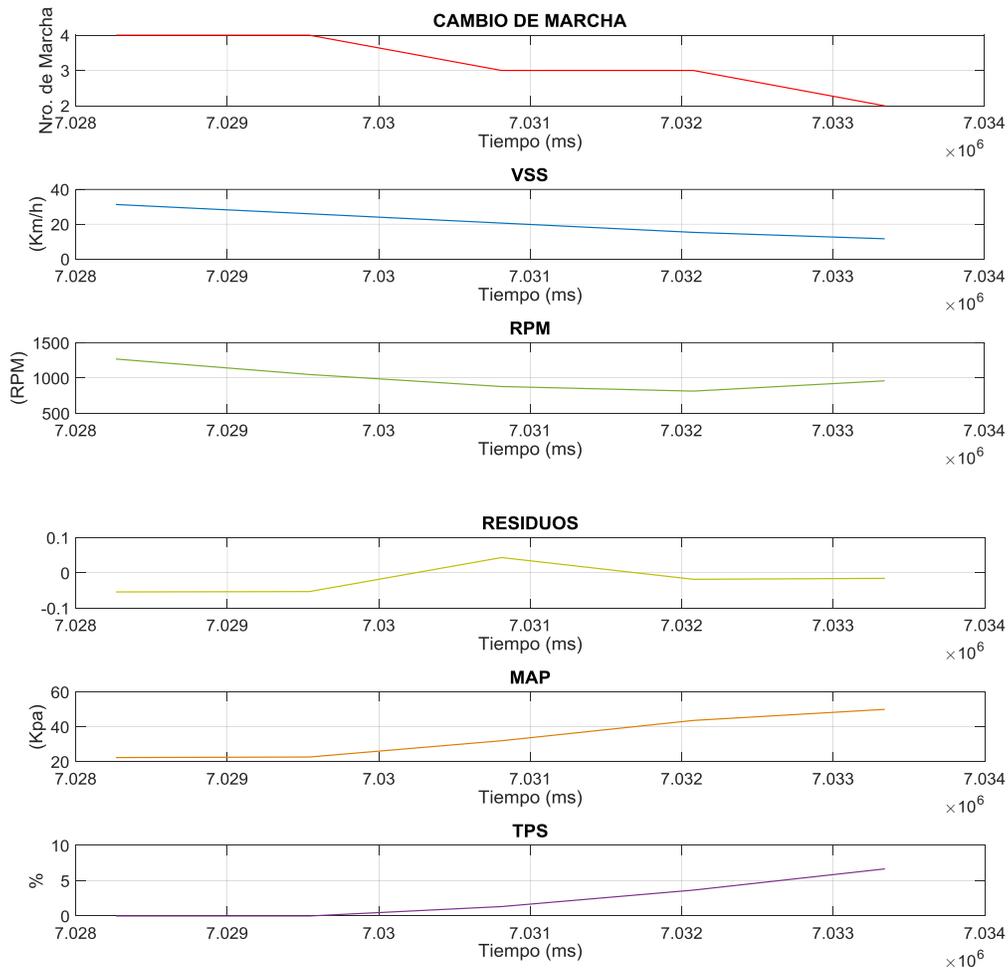


Figura 10. 29. Cambio de marcha descendente de cuarta a segunda.

10.1.5.2. Cambio de segunda a neutro. En la figura 10.30 se aprecia que, mediante el cambio de segunda marcha a neutro, dado que VSS disminuye de manera paulatina, existe una ligera caída en el régimen de giro y posterior estabilización, el residuo se comporta de manera escalonada y luego manteniéndose constante. La presión de MAP baja conservándose en este estado, al igual que el cierre del TPS.

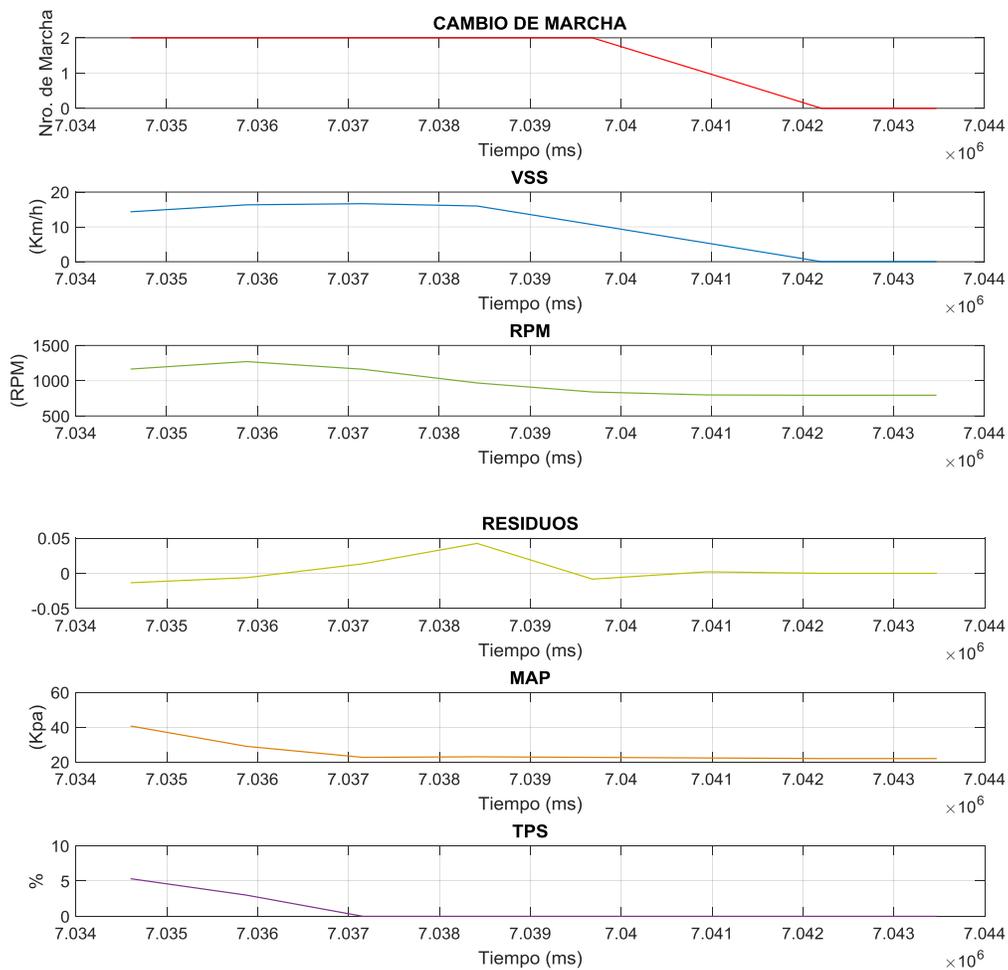


Figura 10. 30. Cambio de marcha descendente de segunda a neutro.

10.1.5.3. Cambio de segunda a primera marcha. En la figura 10.31 se aprecia que, mediante el cambio de segunda a primera marcha, dado que VSS se mantiene constante, existe una ligera elevación en el régimen de giro, el residuo se comporta de manera escalonada que asciende. La presión de MAP baja y luego conservándose sin cambios en este estado, al igual que el cierre del TPS.

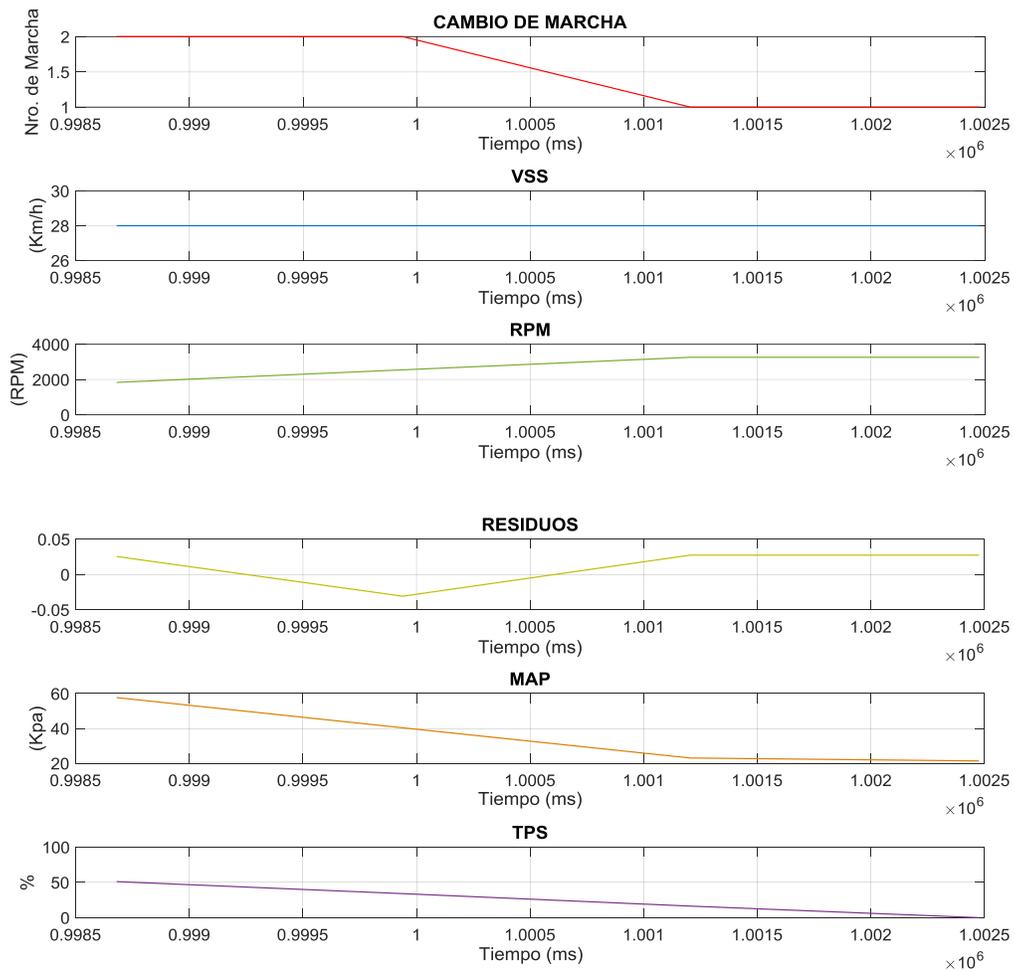


Figura 10. 31. Cambio de marcha descendente de segunda a primera.

10.1.5.4. Cambio de primera marcha a neutro. En la figura 10.32 se aprecia que, mediante el cambio de primera marcha a neutro, dado que VSS disminuye de manera paulatina, existe una ligera caída del régimen de giro que llega a estabilizarse en ralentí, el residuo se comporta de manera escalonada que asciende. La presión de MAP baja y luego conservándose sin cambios en este estado, al igual que el cierre del TPS.

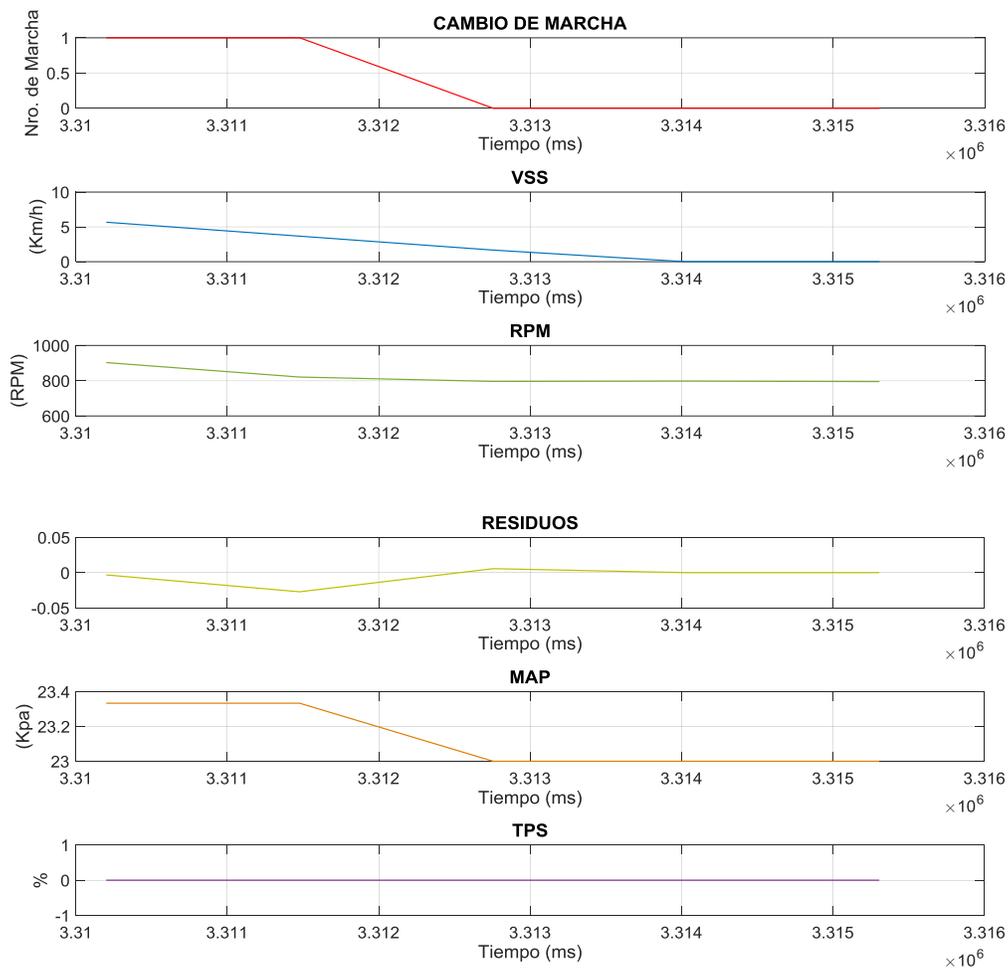


Figura 10. 32. Cambio de marcha descendente de primera marcha a neutro.

11. Comprobación de resultados

En este capítulo se comprobará los resultados obtenidos durante el análisis aplicado al frenado y desembrague – embrague, con la adquisición de nuevos datos de vehículos diferentes a los estudiados, se aplica un análisis de residuos para cada uno de los procesos que se estudia, el cual sirve para verificar el comportamiento de las señales con los anteriores automóviles.

11.1. Análisis del Freno

Como se analizó anteriormente los vehículos fueron clasificados por cuerpo de aceleración motorizado y no motorizado (mecánico), se establece un vehículo para cada uno de los parámetros requeridos.

11.1.1. Con cuerpo de aceleración motorizado.

11.1.1.1. *Kia Picanto.* Para este análisis se utilizó un vehículo Kia Picanto del año 2017 el cual consta de aceleración motorizado, igualmente al proceso aplicado en capítulo de análisis para el freno se obtuvo el diagrama de velocidades de transmisiones el cual se encuentra en la figura 11.1.

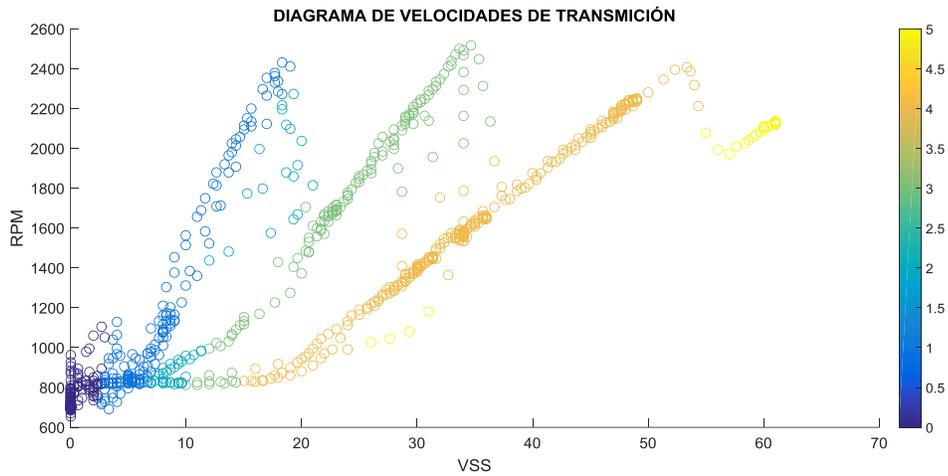


Figura 11. 1. Diagrama de velocidades.

Con el algoritmo K-means se establece que el vehículo a circulado hasta la quinta marcha, con mayor presencia en el cuarto cambio, lo que da conocer que la mayor parte de la trayectoria se ha mantenido en esa marcha. Con las marchas clasificadas, se obtiene la gráfica del VSS con todos los eventos que detienen al vehículo completamente, mostrado en la figura 11.2.

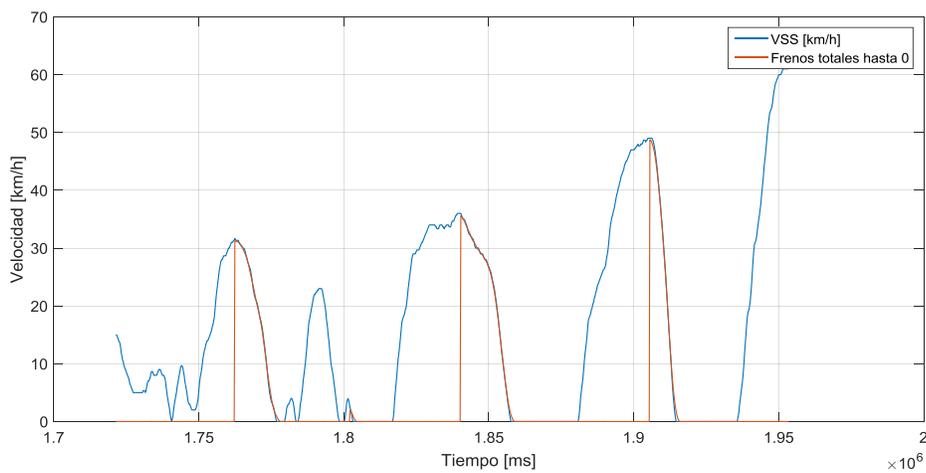


Figura 11. 2. Eventos de frenados en el VSS.

En total el vehículo se ha detenido cuatro veces por lo que se escoge uno de toda la trama para el análisis de residuos, por lo que se selecciona al primer evento de frenado, el cual se encuentra en la figura 11.3 el vehículo desciende desde los 31,67 Km/h hasta detenerse completamente.

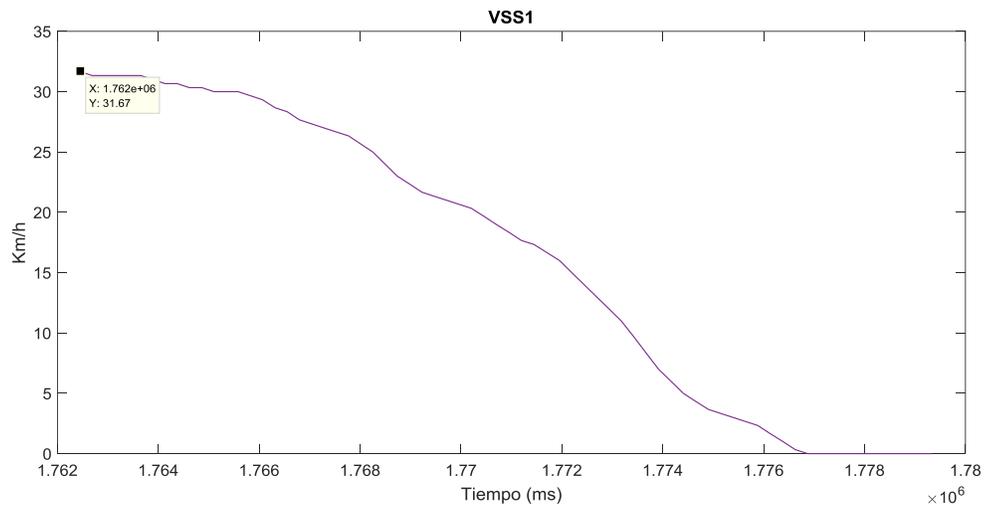


Figura 11. 3. Freno.

A más de poder extraer esa porción de datos, se obtiene también la gráfica de velocidades de transmisión el cual indica en que cambio de marcha ha descendido, para el caso se visualiza que el evento se desarrolla desde el cuarto cambio, con el descenso consecutivo hasta neutro, tal como se muestra en la figura 11.4.

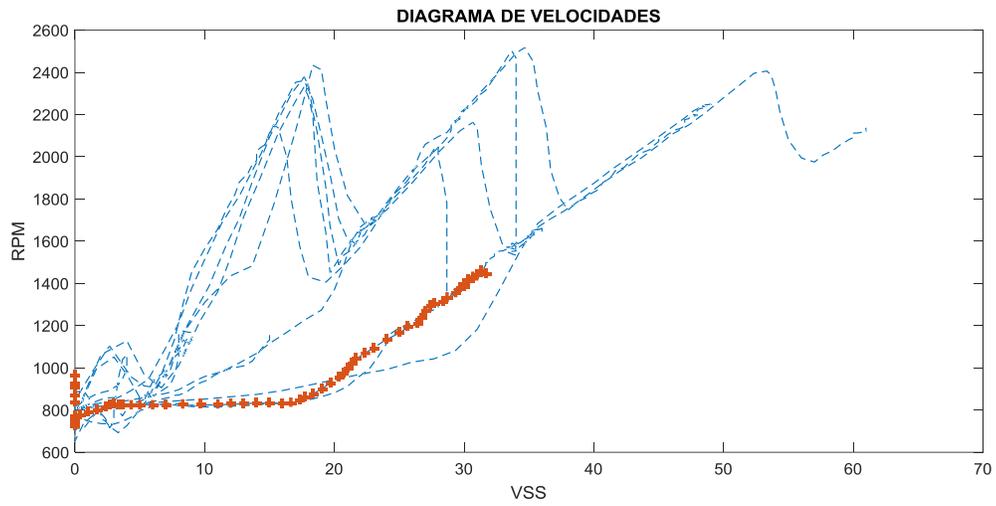


Figura 11. 4. Diagrama de velocidades.

Para esa porción de datos se extrae los residuos con el vector de marchas para comprobar si efectivamente se produce este acontecimiento en el cuarto cambio, todo eso graficado en el vector de tiempo t , mostrado en la figura 11.5.

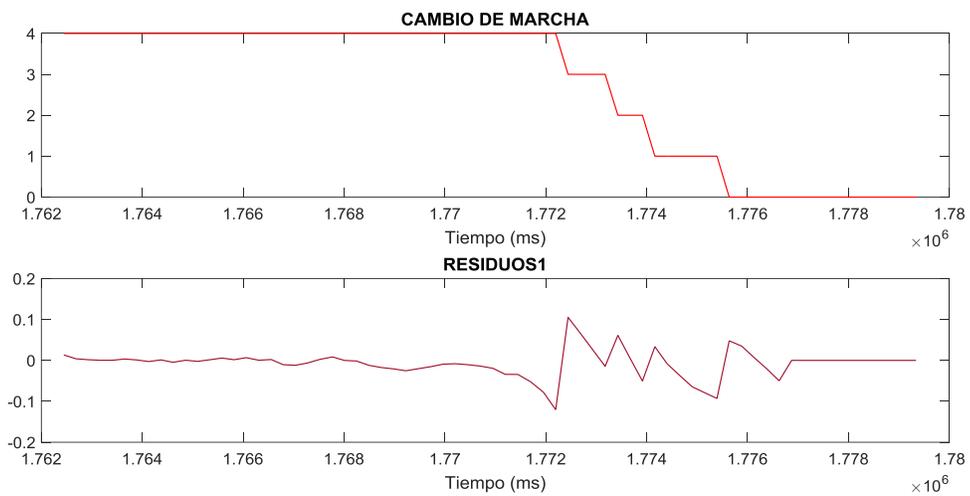


Figura 11. 5. Residuos y vector de cambio de marchas.

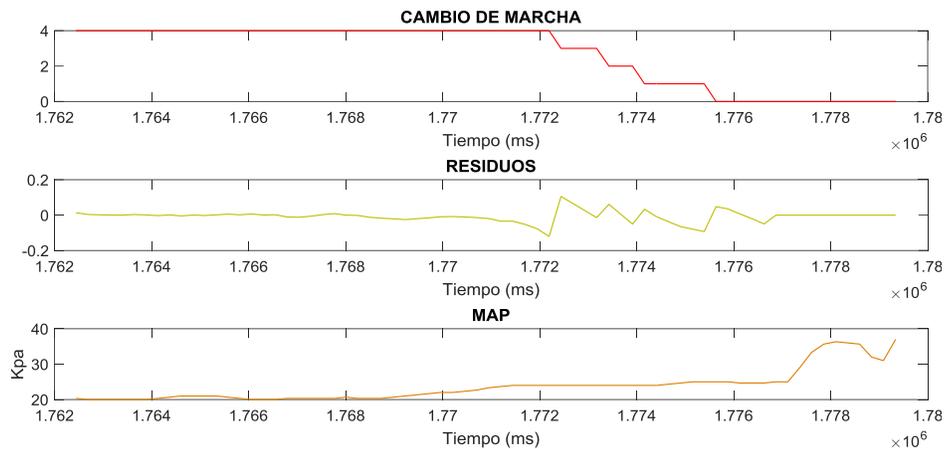


Figura 11. 7. Grafica del MAP, vector de cambios y los residuos

Se aprecia que en la figura 11.7 que MAP adquiere un valor inferior al de ralenti por lo que se encuentra al inicio del descenso de velocidad en freno motor, pero esta asciende hasta el valor de ralenti hasta que se produce un aumento de su señal, esto se debe a que el conductor aceleró en el momento que el vehículo se encontraba detenido, además hay que aclarar de que el aumento del régimen de giro no modifica el valor de la velocidad que en esos momentos mantienen un valor nulo, tal y como se muestra en la figura 11.8.

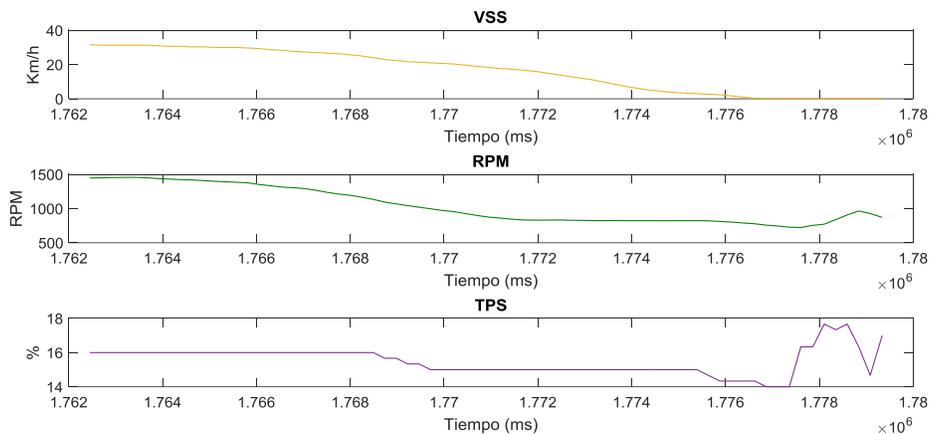


Figura 11. 8. Grafica del VSS, RPM y TPS en frenado

Se tienen comportamientos similares por parte de los vectores que representan a los elementos estudiados en el momento del freno. A continuación, se realizará un análisis que se aplicará a un vehículo que tiene el accionamiento de la mariposa de aceleración por medio de cable

11.1.2. Cuerpo de aceleración no motorizado (mecánico).

Así como se vio en el anterior capítulo de freno, se va a analizar un vehículo distinto a los que comúnmente se utiliza, este automóvil consta de un cuerpo de aceleración mecánico y de sistema OBDII.

11.1.2.1. Ford EcoSport. Vehículo Ford EcoSport del año 2005, consta de un cuerpo de aceleración por cable, este al igual que los demás se aplicó el script diseñado en el software Matlab el cual se obtiene la gráfica de velocidades de transmisión en donde se muestra los cambios a los que se aplicaron y el k-means para la clasificación, con mayor presencia en la tercera marcha. Se tiene poca presencia de la primera marcha por lo que se asume que el vehículo ha circulado por una vía de alta velocidad, tal como se indica en la figura 11.9.

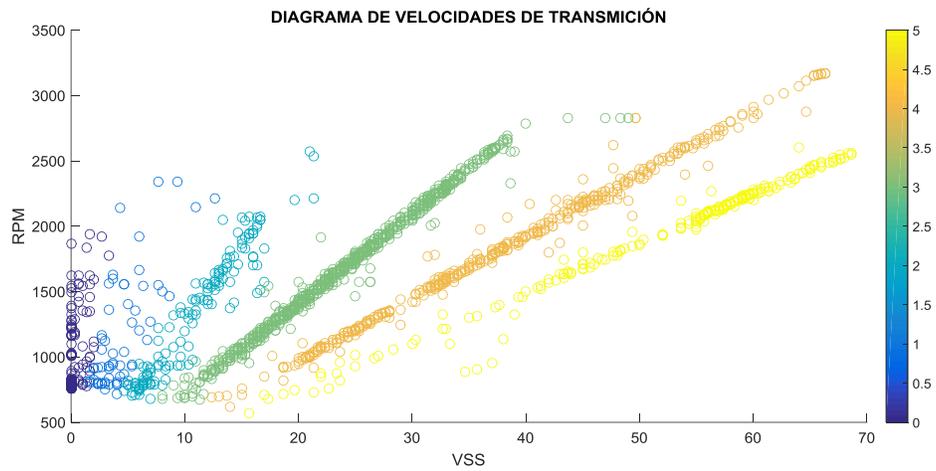


Figura 11. 9. Diagrama de velocidades de transmisión

Después de obtener la clasificación de cambios, se grafica el vector del VSS en donde contiene en su interior todos los eventos en que el vehículo reduce su velocidad hasta detenerse completamente, el script detectó automáticamente cinco sucesos totales en toda la trama de datos, como lo indica la figura 11.10.

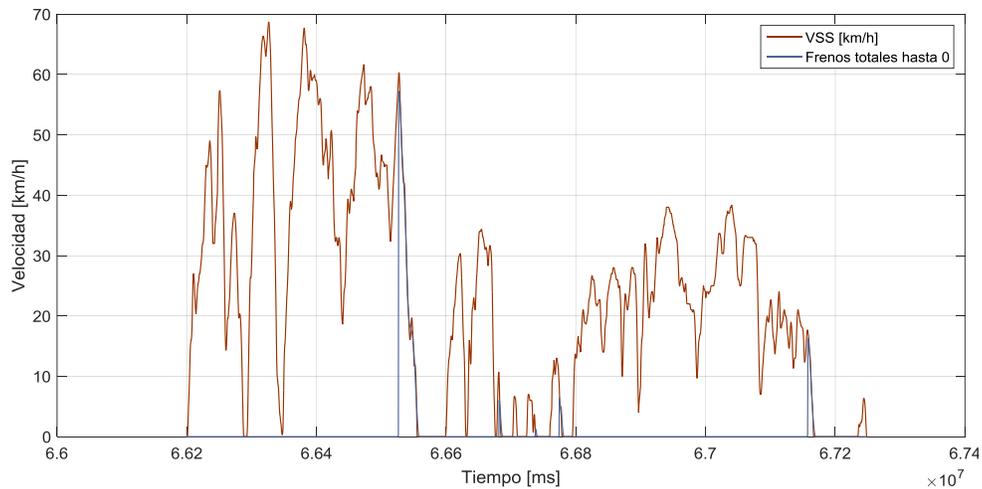


Figura 11. 10. Freno en el VSS

Se extraen los valores que corresponde como freno guardados en un vector tal como lo indica en la figura 11.11. en que el vehículo decrece su velocidad desde 10.67 Km/h hasta los cero Km/h.

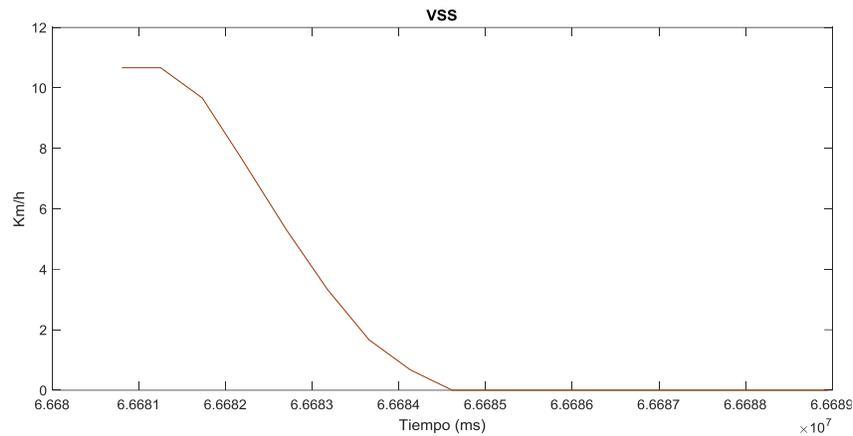


Figura 11. 11. Freno en el vector VSS.

Con el nuevo vector adquirido se procede a graficar el diagrama de velocidad de transmisión en donde se indicará en que numero de marcha se encuentra este frenado, hay que establecer que en este evento la velocidad desciende sin ninguna interferencia. Este suceso se produce desde del segundo cambio que disminuye hasta neutro tal como se muestra en la figura 11.12

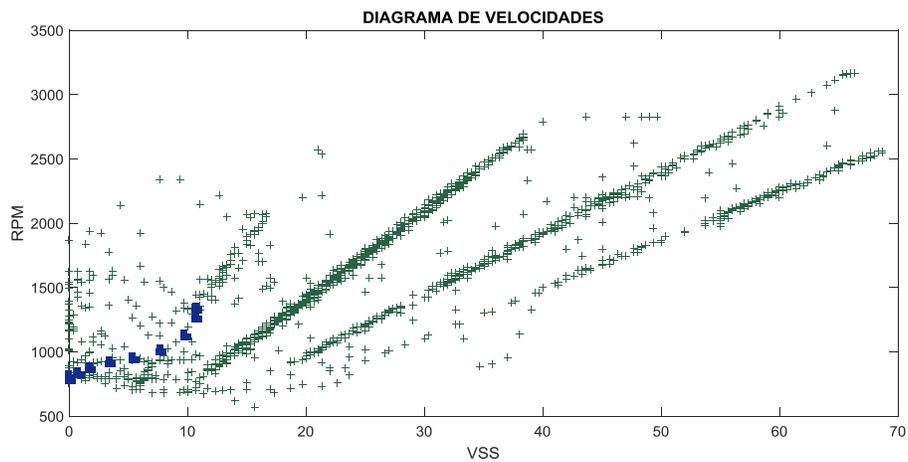


Figura 11. 12. Freno en el diagrama de velocidades.

El diagrama indica que desciende desde la segunda marcha, esto se confirma mediante la gráfica del vector de cambio, además de los residuos para visualizar el comportamiento que adquieren antes el frenado, todo esto se grafica en la figura 11.13.

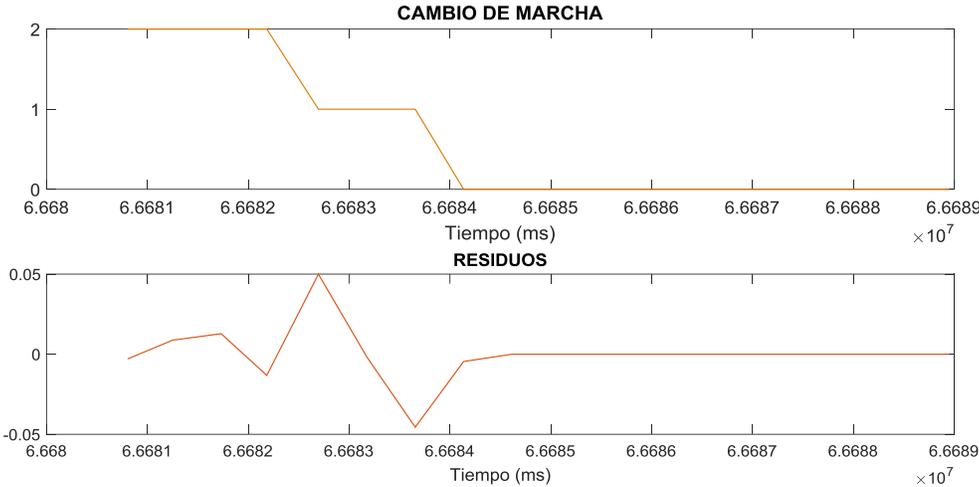


Figura 11. 13. Vectores de residuos y cambio de marcha en frenado.

Se corrobora que este sucedido comienza desde el punto establecido, los residuos ante un de cambio marcha y el desembrague-embrague, generan picos característicos que se indican en análisis de vehículos anteriores, con valores de cero cuando no existe velocidad. Antes del desembrague los residuos toman valores que asciende y desciende, actitud vista en anteriores análisis. Igualmente se obtiene graficas de los demás sensores en los que cada uno de ellos responderán a diferente manera ante el estímulo de frenado, a continuación, se indica el comportamiento del VSS y MAP en la figura 11.14, que este último tiene una conducta que dependerá como está conformado el cuerpo de aceleración.

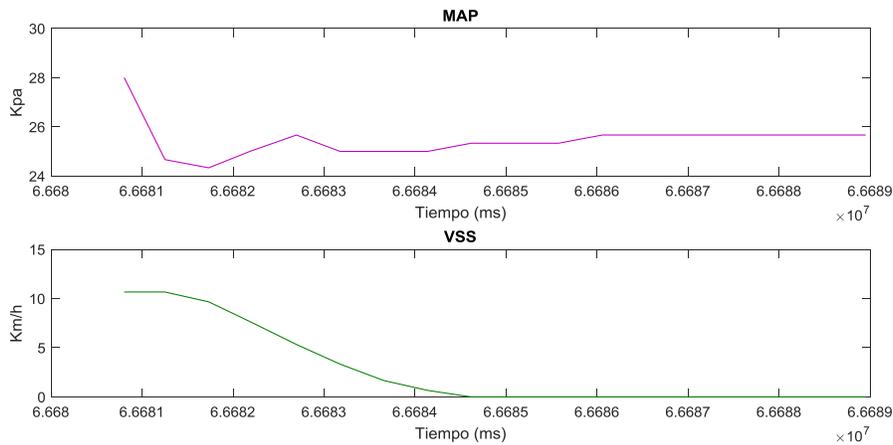


Figura 11. 14. VSS y MAP en frenado.

Como se ha visto en los vehículos de aceleración mecánica, se tiene que los valores del MAP forman descensos lineales sin tener curvaturas en su señal, hasta que adquiere valores de ralentí en la que se mantiene constante. RPM y el TPS, especialmente el ultimo tiene su descenso hasta el valor de 16 como cierre de la mariposa, el régimen de giro del motor descende de forma paralela al VSS hasta que se da el desembrague en que toma valores de ralentí.

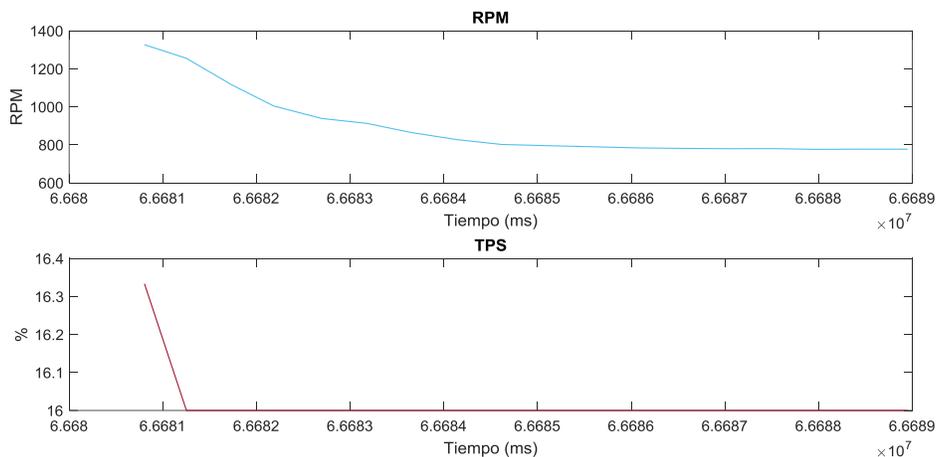


Figura 11. 15. TPS y RPM en frenado.

11.2. Análisis en desembrague y embrague en el cambio de marcha.

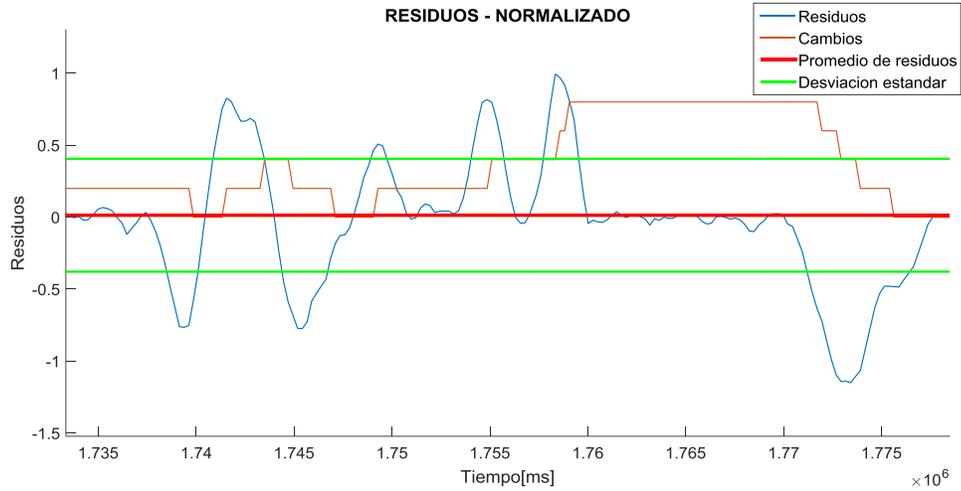


Figura 11. 16. Desembrague y embrague para cada marcha.

Se puede evidenciar que el residuo se genera en la media, formándose picos que sobresalen de la desviación estándar, se corrobora que existe desembrague y embrague para cada marcha, como se aprecia en la figura 11.16.

11.2.1. Análisis en desembrague y embrague en el cambio de marcha ascendente en un vehículo con cuerpo de aceleración motorizado.

11.2.1.1. Cambio de neutro a primera marcha. En la figura 11.17 se comprueba que, en la realización de este evento, VSS, régimen de giro, residuos, MAP y TPS, si representan similitud con el ensayo de la figura 10.12.

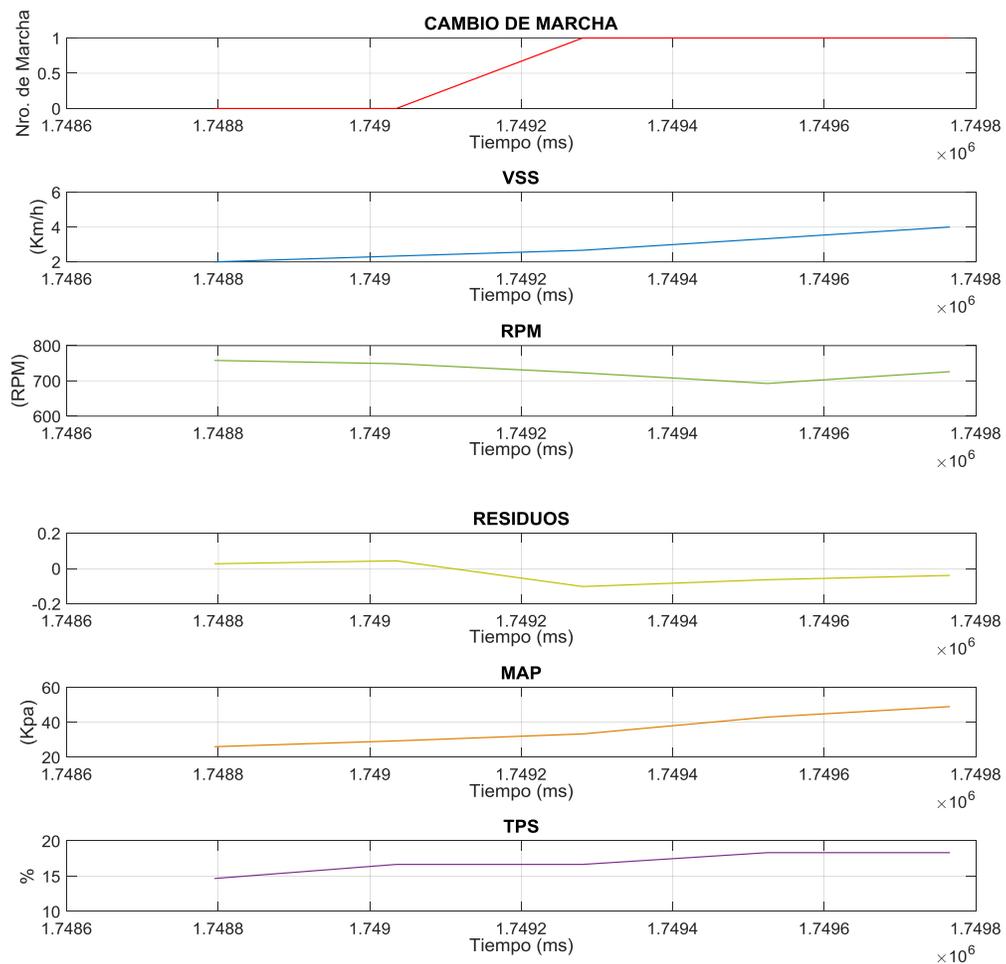


Figura 11. 17. Cambio de marcha ascendente de neutro a primera.

11.2.1.2. Cambio de primera a segunda marcha. En la figura 11.18 se comprueba que, en la realización de este evento, VSS, régimen de giro, residuos, MAP y TPS, si representan similitud con el ensayo de la figura 10.13.

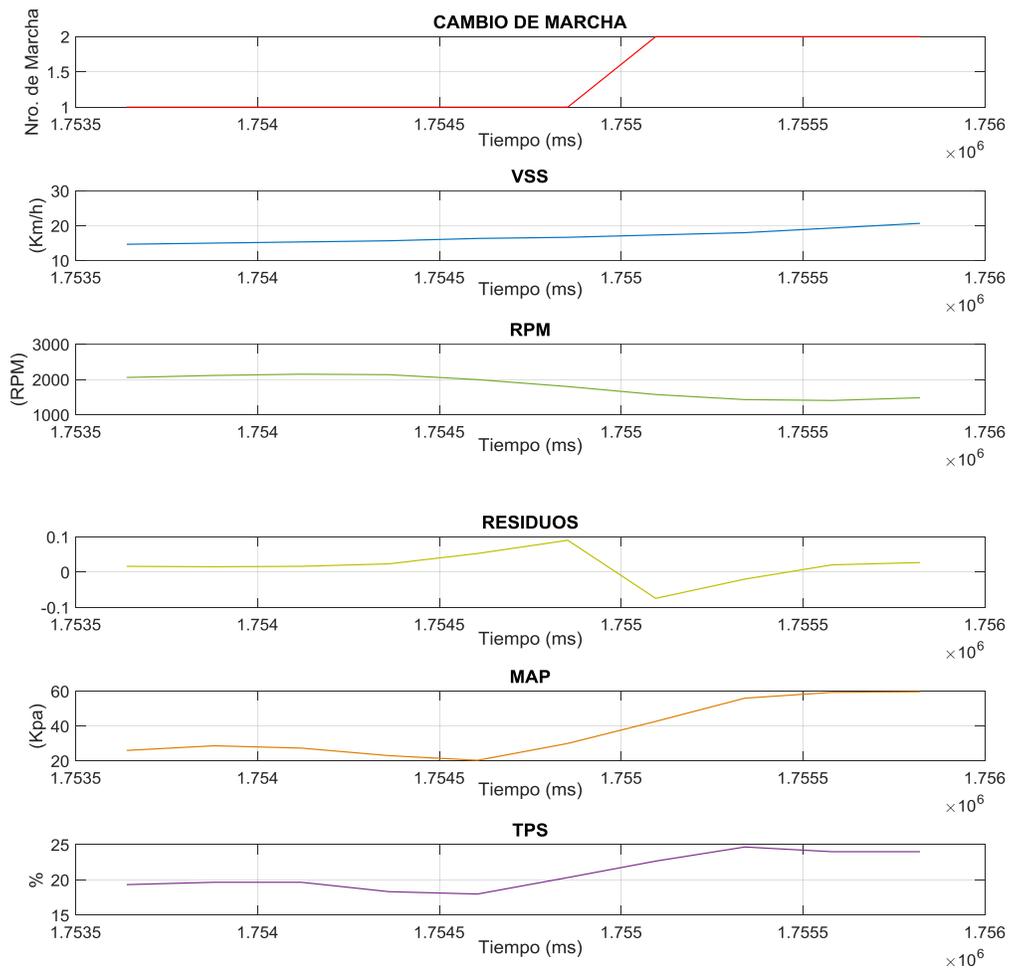


Figura 11. 18. Cambio de marcha ascendente de primera a segunda.

11.2.1.3. Cambio de segunda a cuarta marcha. En la figura 11.19, se observa que, en la realización de este evento, el aumento del VSS, se observa caída del régimen de giro, generándose picos en los residuos con disminución e incremento del MAP y cierre del TPS, los cuales no son similares en ningún ensayo 10.14.

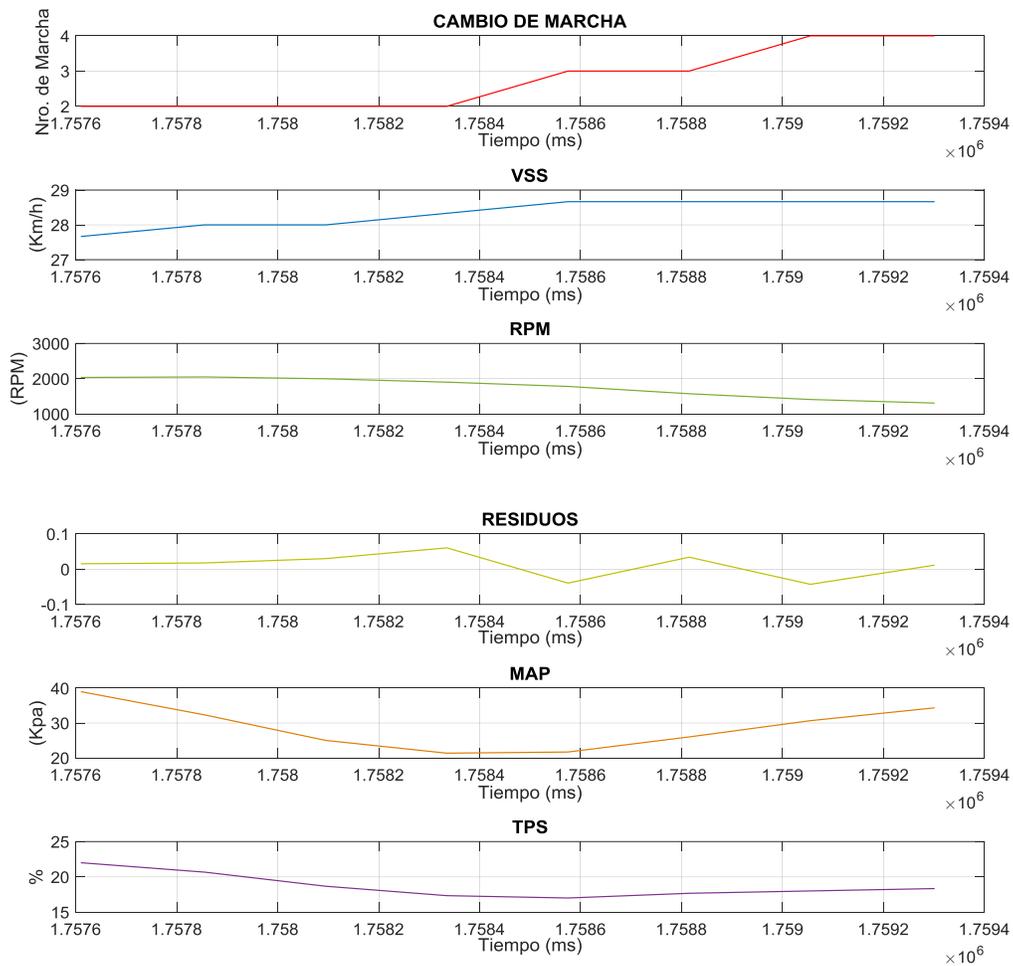


Figura 11. 19. Cambio de marcha ascendente de segunda a cuarta.

11.2.1.4. Cambio de cuarta a quinta marcha. En la figura 11.20, se comprueba que, en la realización de este evento, régimen de giro, residuos, MAP, si representan similitud en el ensayo a excepción del TPS y VSS, como se aprecia en la figura 10.16.

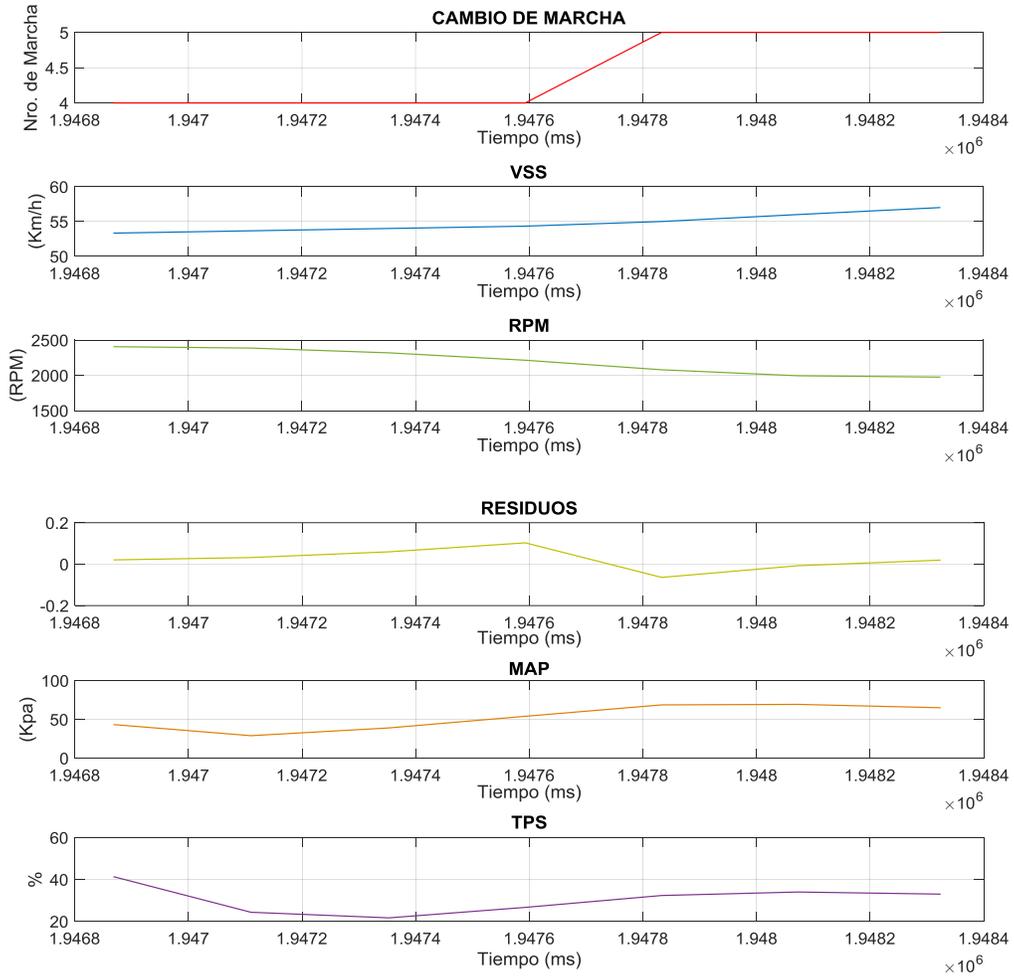


Figura 11. 20. Cambio de marcha ascendente de cuarta a quinta.

11.2.2. Análisis en desembrague y embrague en el cambio de marcha descendente en un vehículo con cuerpo de aceleración motorizado.

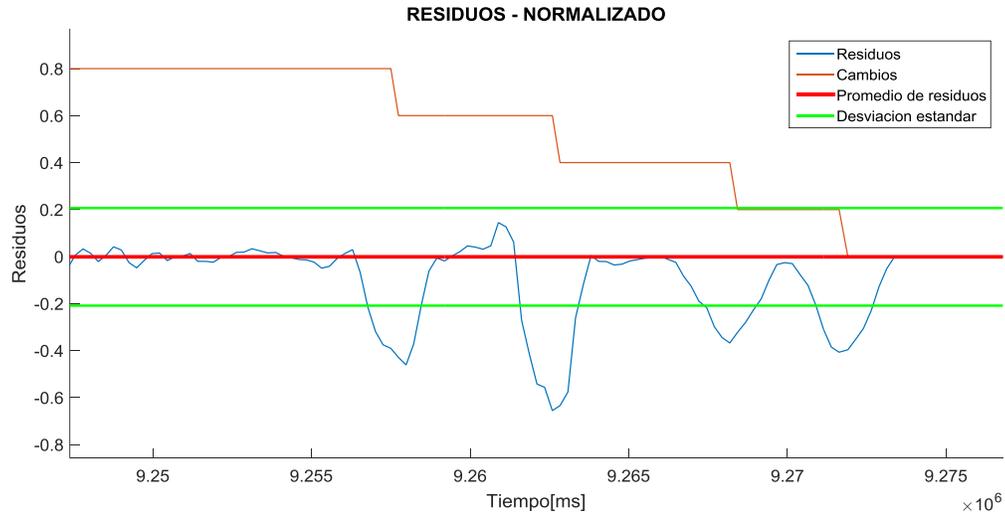


Figura 11. 21. Desembrague y embrague de cada marcha.

En la figura 11.21 se observa que el residuo se mantiene en la media, formándose picos que sobresalen de la desviación estándar además se corrobora que existe desembrague y embrague para cada marcha de manera secuencial.

11.2.2.1. Cambio de cuarta a tercera marcha. En la figura 11.22 se comprueba que, en la realización de este evento, VSS, régimen de giro, residuos y TPS si representan similitud a excepción del MAP como se aprecia en la figura 10.18.

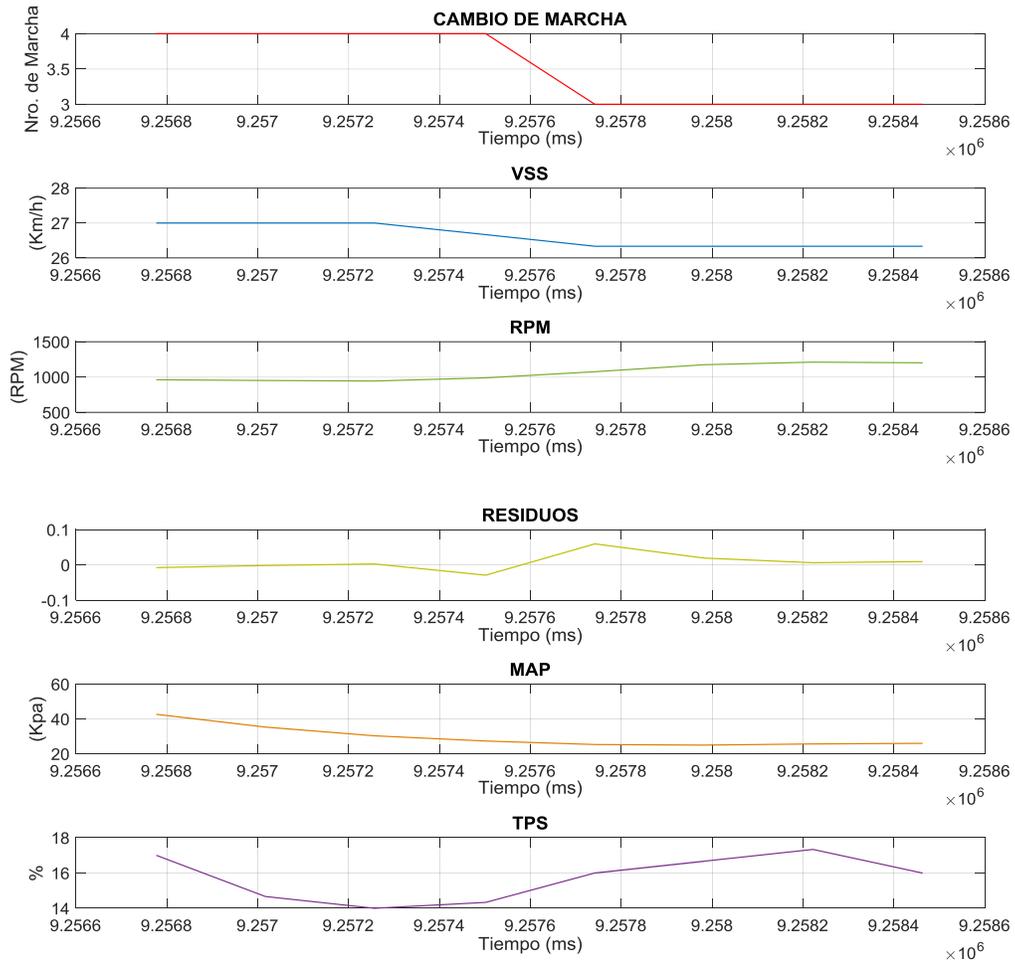


Figura 11. 22. Cambio de marcha descendente de cuarta a tercera.

11.2.2.2. Cambio de tercera a segunda marcha. En la figura 11.23 se comprueba que, en la realización de este evento, VSS, régimen de giro, residuos y TPS si representan similitud a excepción del MAP, como se aprecia en la figura 10.19.

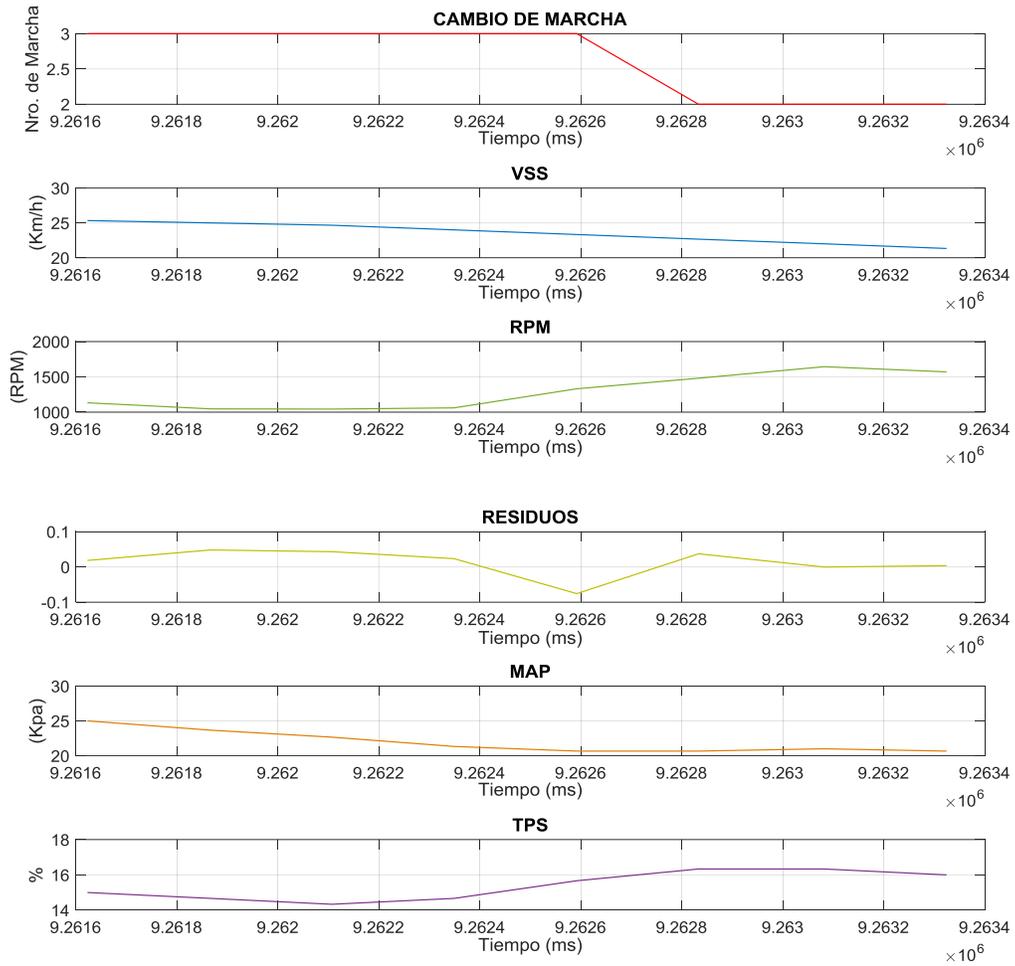


Figura 11. 23. Cambio de marcha descendente de tercera a segunda.

11.2.2.3. Cambio de segunda a primera marcha. En la figura 11.24 se comprueba que, en la realización de este evento, VSS, régimen de giro, residuos y MAP si representan similitud a excepción del TPS como se aprecia en la figura 10.20.

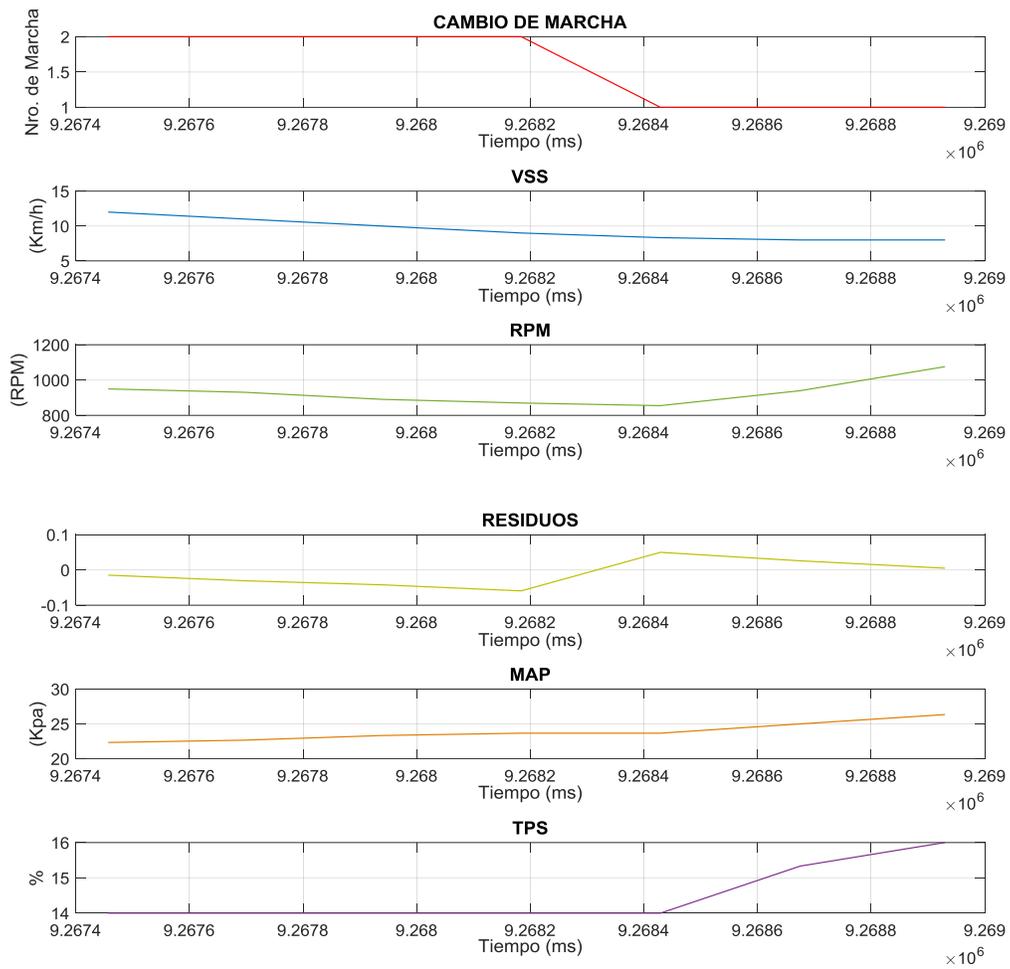


Figura 11. 24. Cambio de marcha descendente de segunda a primera.

11.2.2.4. Cambio de primera marcha a neutro. En la figura 11.25 se comprueba que, en la realización de este evento, VSS, régimen de giro, residuos, MAP y TPS, si representan similitud como se aprecia en la figura 10.20.

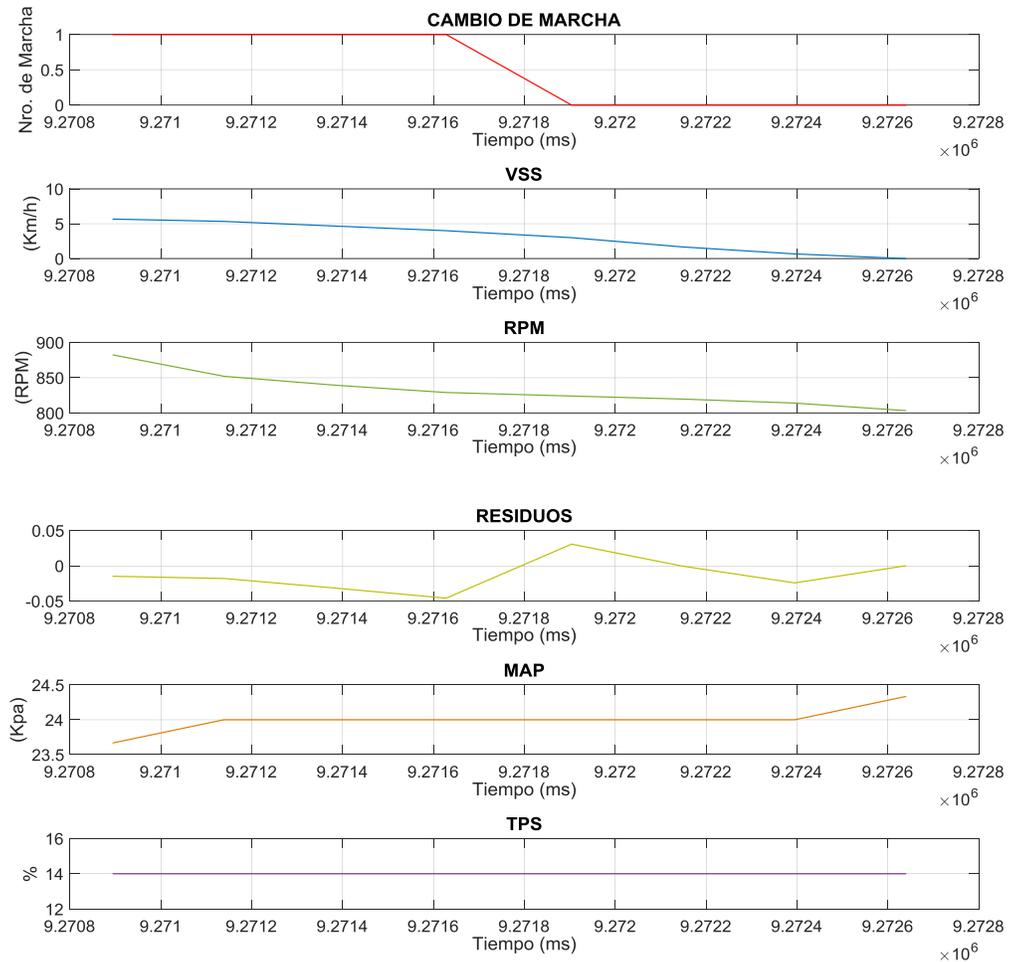


Figura 11. 25. Cambio de marcha descendente de primera a neutro.

11.2.2.5. Desembrague y embrague del cambio de cuarta a primera marcha.

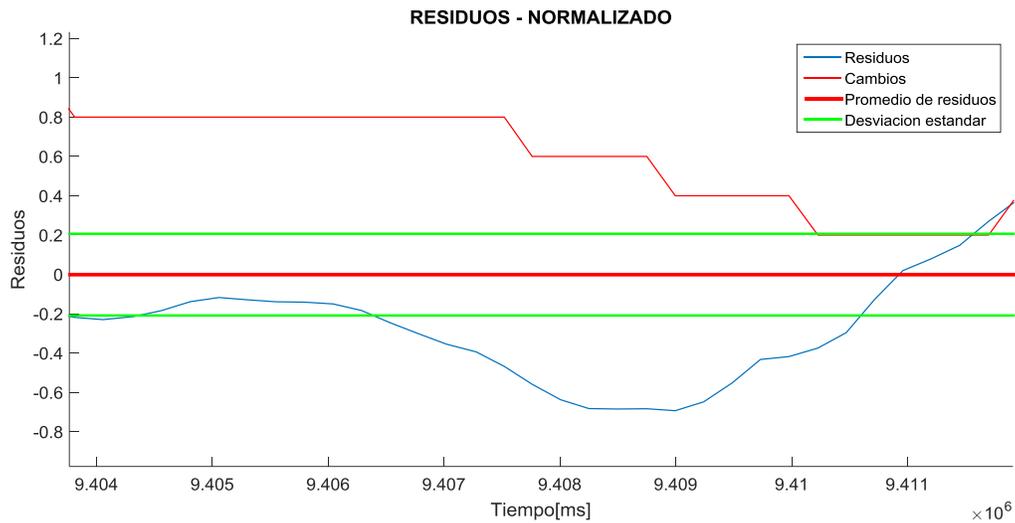


Figura 11. 26. Desembrague y embrague de marcha superior a inferior.

En la figura 11.26 se observa que el residuo sobrepasa de la desviación estándar, formándose un pico, este comportamiento corrobora que existe desembrague y embrague, pero esta vez de manera aleatoria de superior a inferior y de manera similar como en la figura 10.21.

11.2.2.6. Cambio de cuarta a primera marcha. En la figura 11.27 se comprueba que, en la realización de este evento, VSS, régimen de giro, residuos, MAP y TPS si representan como se aprecia en la figura 10.22.

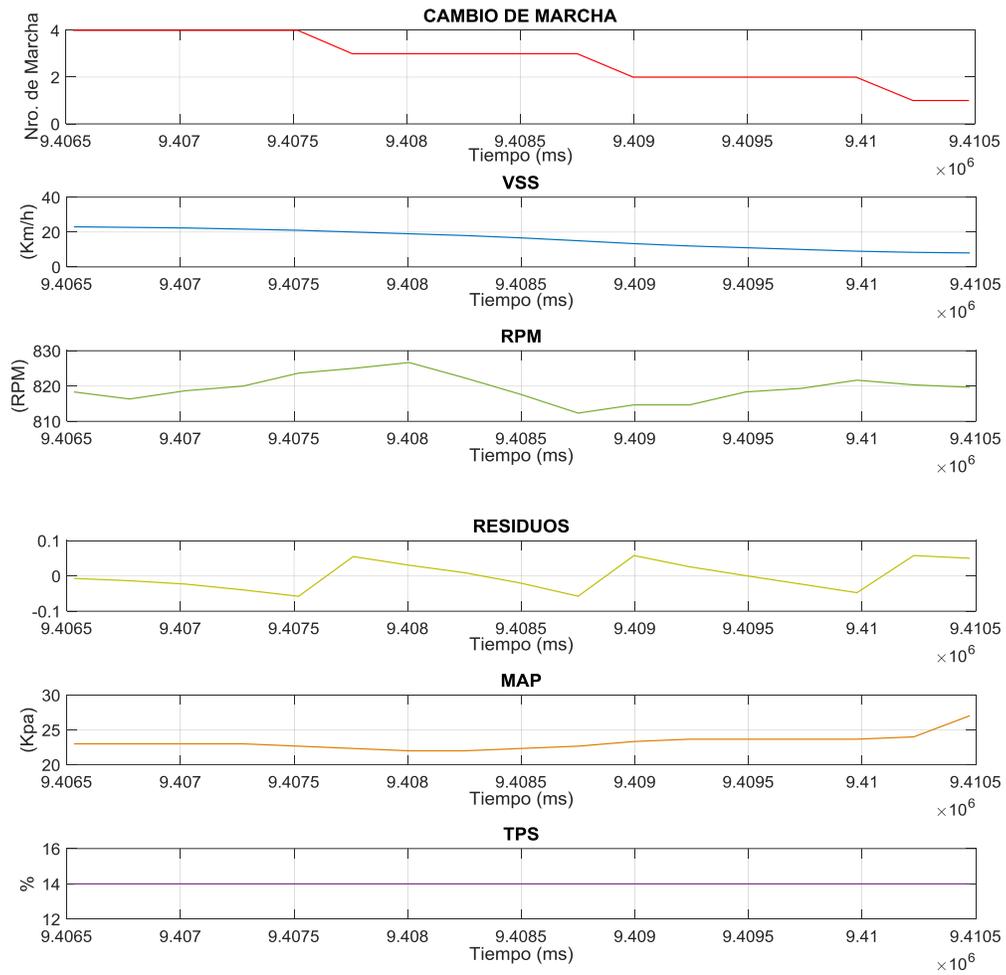


Figura 11. 27. Cambio de marcha descendente de cuarta a primera.

11.2.2.7. Cambio de tercera marcha de neutro. En la figura 11.28 se comprueba que, en la realización de este evento, VSS, régimen de giro, residuos, MAP y TPS, si representan similitud, como se aprecia en la figura 10.23.

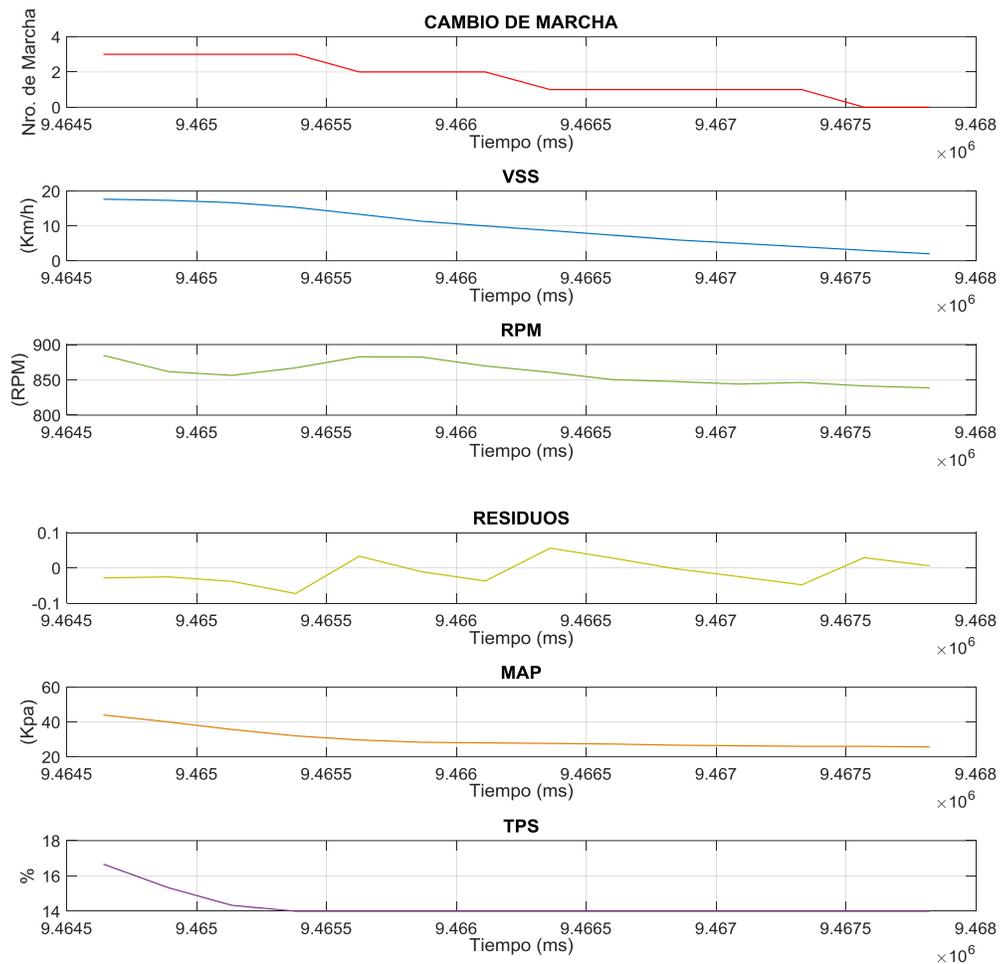


Figura 11. 28. Cambio de marcha descendente de tercera a neutro.

11.2.2.8. Cambio de segunda marcha a neutro. En la figura 11.29 se comprueba que, en la realización de este evento, VSS, residuos, MAP y TPS, si representan similitud, a excepción del régimen de giro, como se aprecia en la figura 10.23.

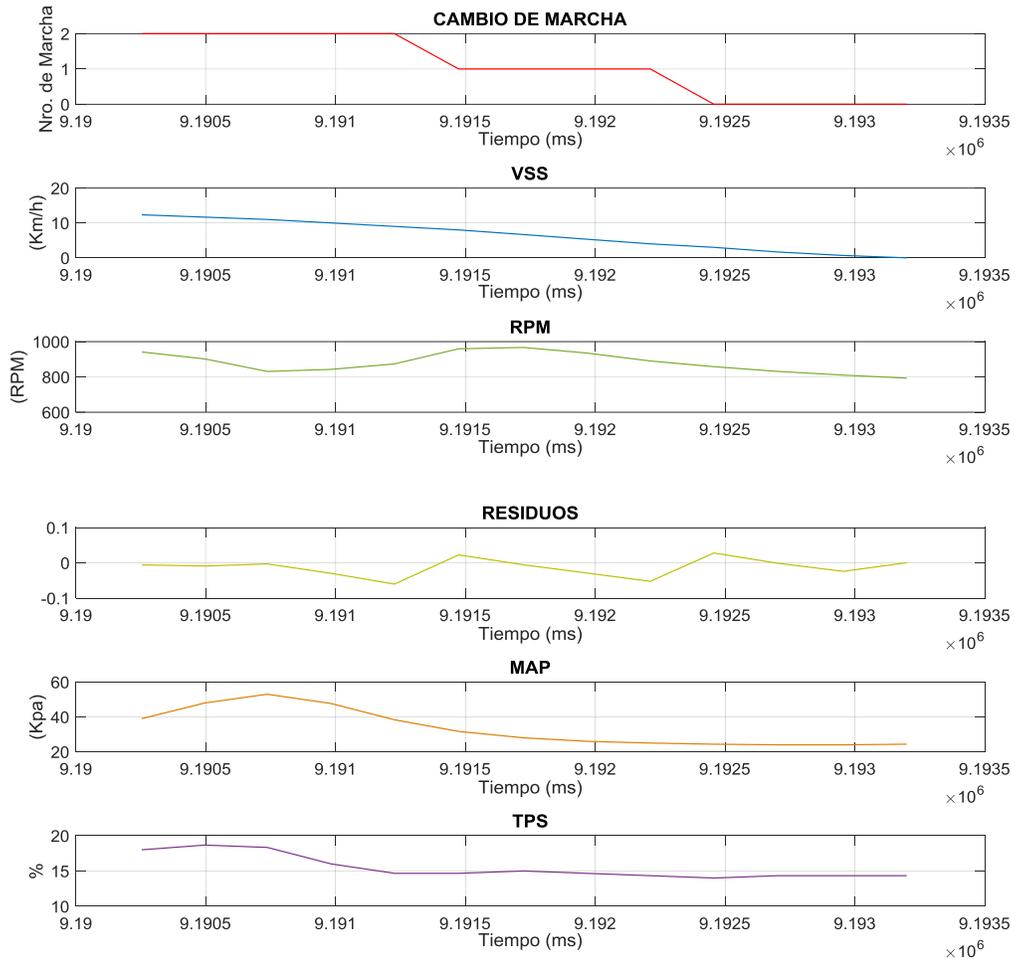


Figura 11. 29. Cambio de marcha descendente de segunda a neutro.

11.2.3. Análisis en desembrague y embrague en el cambio de marcha ascendente en un vehículo con cuerpo de aceleración no motorizado (mecánico).

11.2.3.1. Cambio de neutro a primera marcha. En la figura 11.30 se comprueba que, en la realización de este evento, VSS, régimen de giro, residuos, MAP y TPS, si representan similitud, como se aprecia en la figura 10.24.

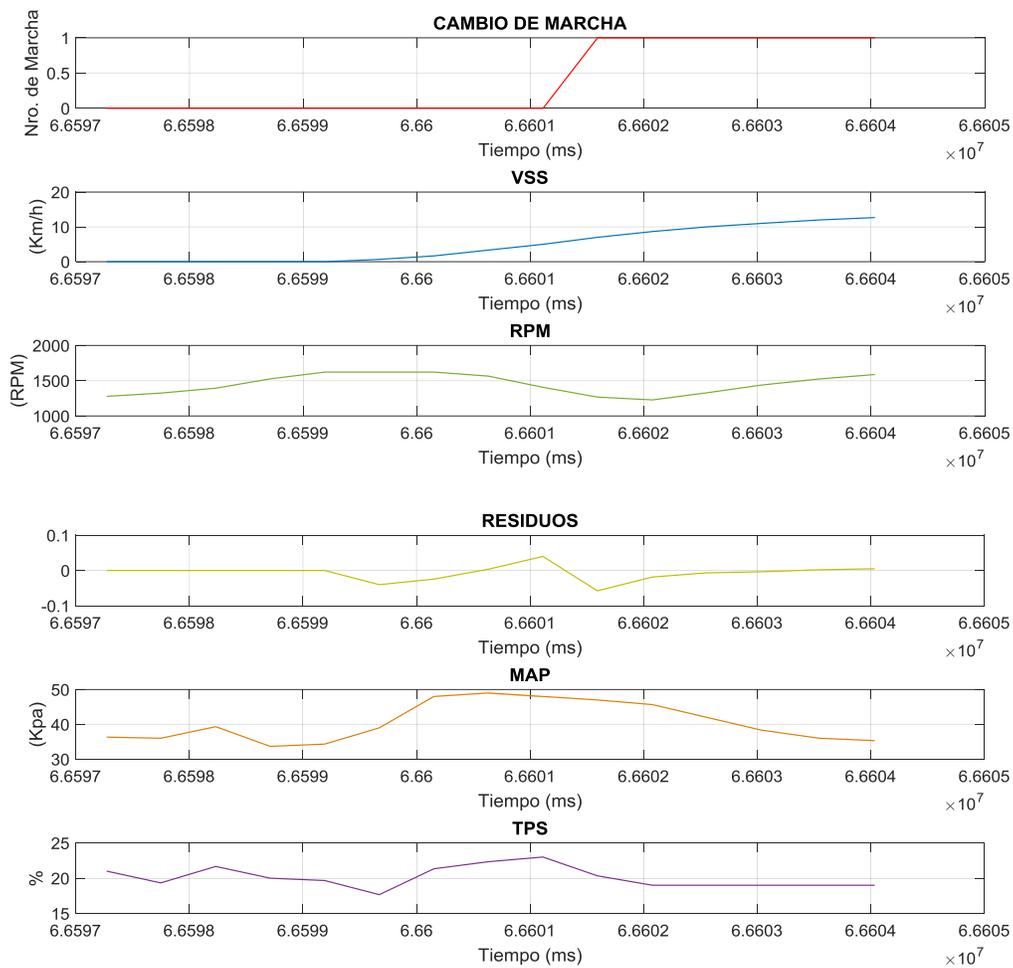


Figura 11. 30. Cambio de marcha ascendente de neutro a primera.

11.2.3.2. Cambio de primera a segunda marcha. En la figura 11.31 se comprueba que, en la realización de este evento, VSS, residuos, si representan similitud a excepción del régimen de giro, MAP y TPS, como se aprecia en la figura 10.25.

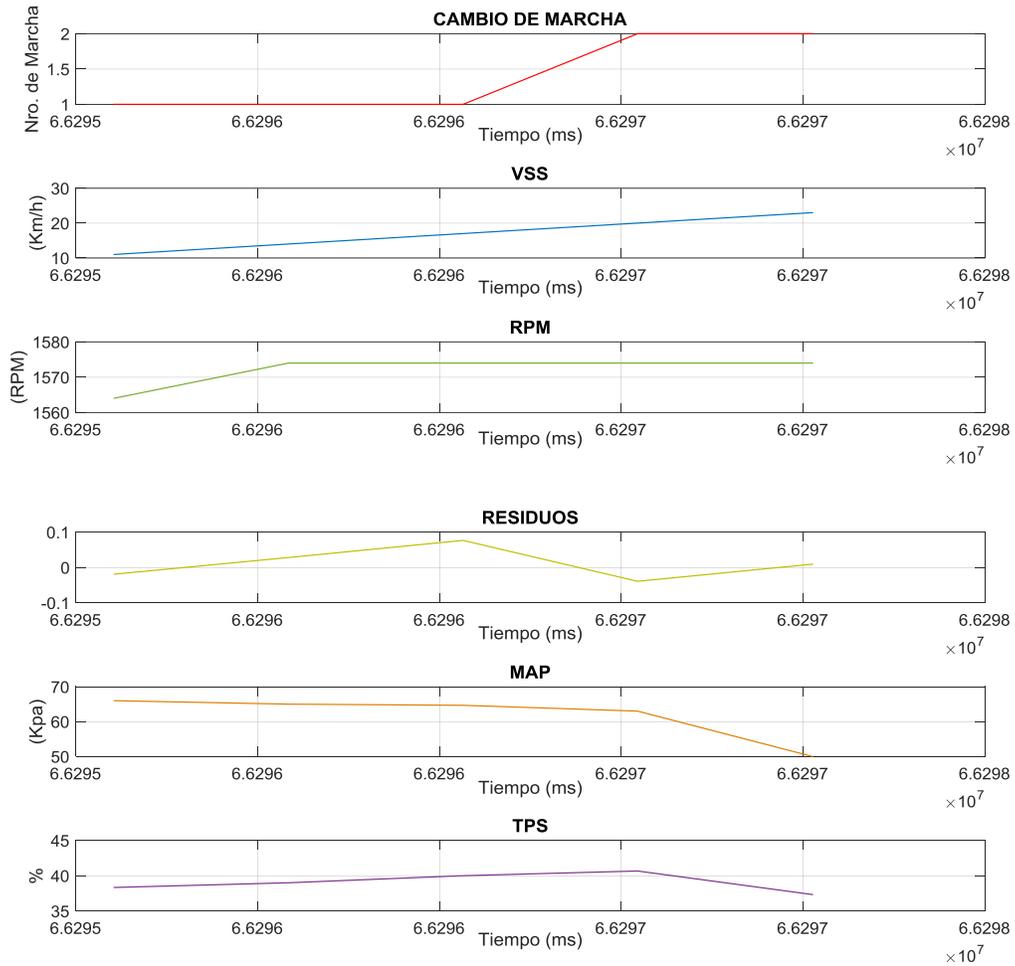


Figura 11. 31. Cambio de marcha ascendente de primera a segunda.

11.2.3.3. Cambio de segunda a tercera marcha. En la figura 11.32 se comprueba que, en la realización de este evento el régimen de giro, residuo, MAP y TPS si representan similitud a excepción del VSS como se aprecia en la figura 10.26.

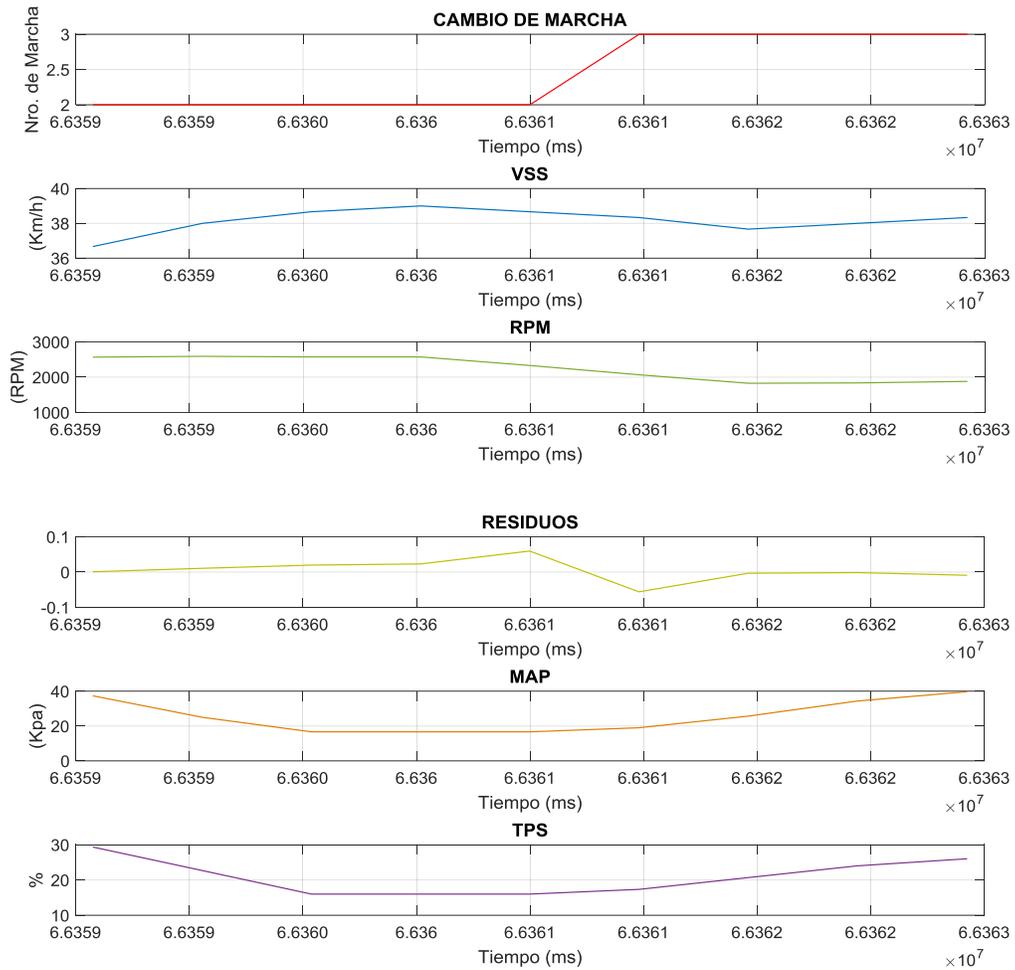


Figura 11. 32. Cambio de marcha ascendente de segunda a tercera.

11.2.3.4. Cambio de tercera a cuarta marcha. En la figura 11.33 se comprueba que, en la realización de este evento VSS, régimen de giro, residuos representan similitud a excepción de MAP y TPS como se aprecia en la figura 10.27.

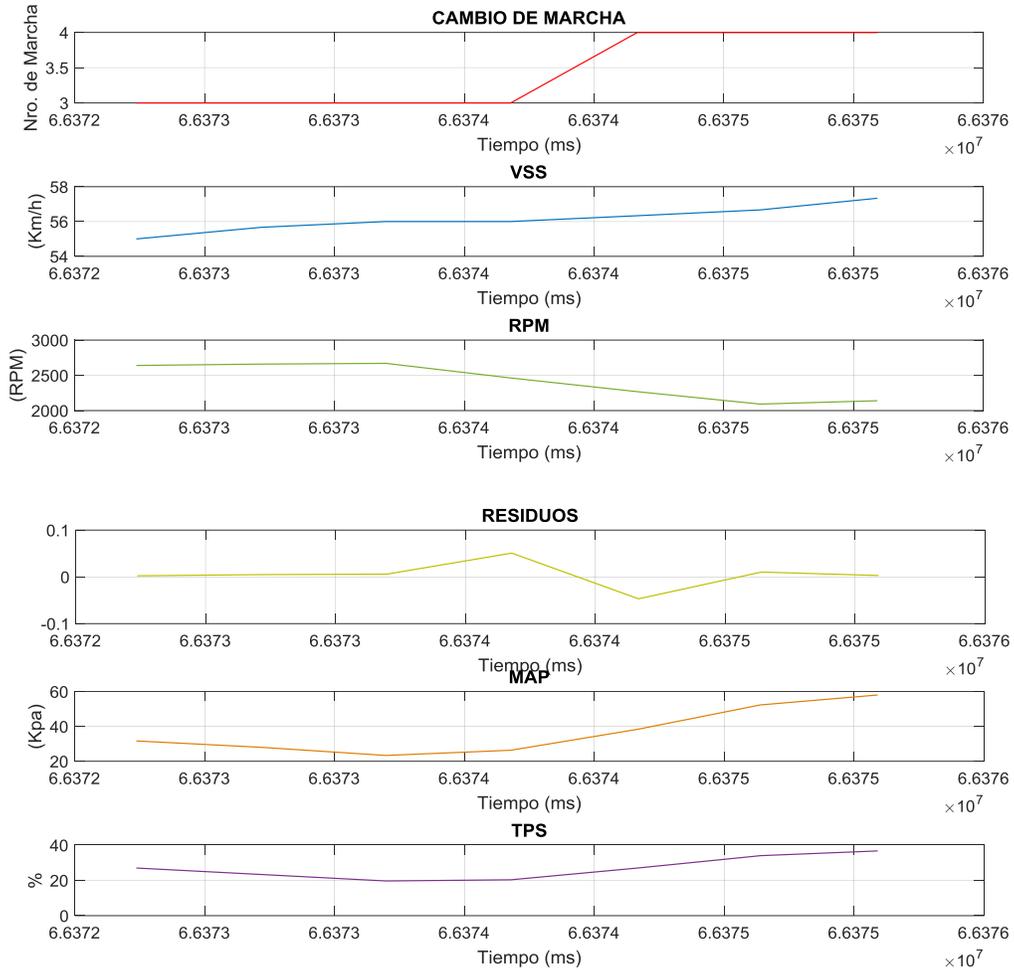


Figura 11. 33. Cambio de marcha ascendente de tercera a cuarta.

11.2.3.5. Cambio de cuarta a quinta marcha. En la figura 11.34 se comprueba que, en la realización de este evento, el régimen de giro, residuos, MAP y TPS, si representan similitud a excepción del VSS como se aprecia en la figura 10.28.

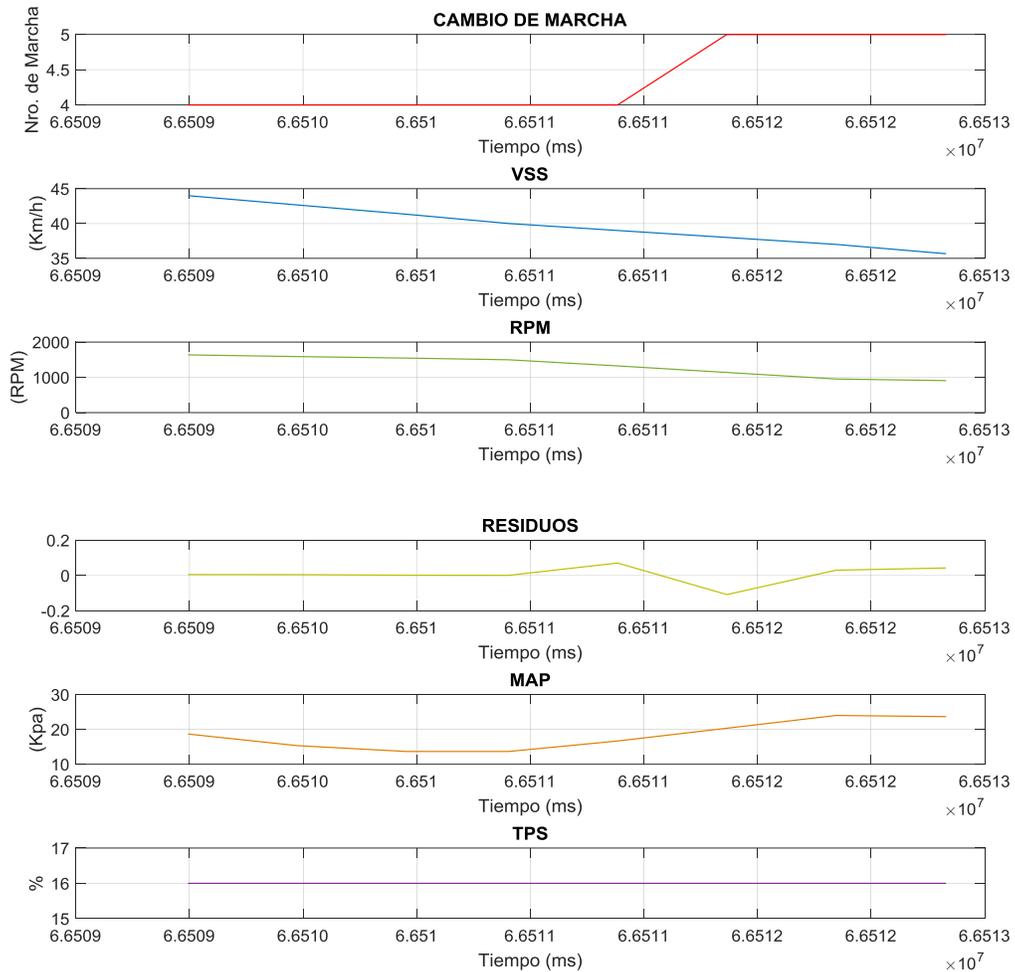


Figura 11. 34. Cambio de marcha ascendente de cuarta a quinta.

11.2.4. Análisis en desembrague y embrague en el cambio de marcha descendente en un vehículo con cuerpo de aceleración no motorizado (mecánico).

11.2.4.1. Cambio de cuarta a segunda marcha. En la figura 11.35 se comprueba que, en la realización de este evento, VSS, régimen de giro, residuos, MAP y TPS, si representan similitud, como se aprecia en la figura 10.29.

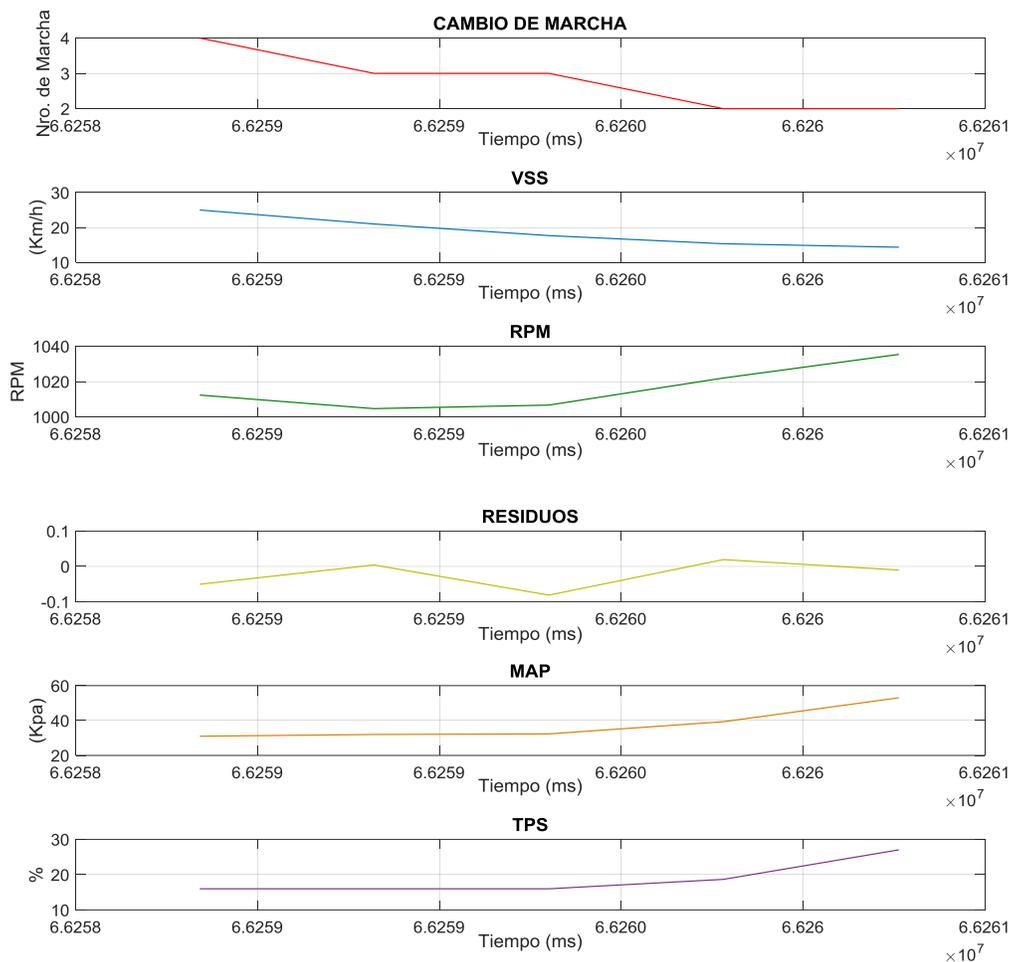


Figura 11. 35. Cambio de marcha descendente de cuarta a segunda.

11.2.4.2. Cambio de cuarta marcha a neutro. En la figura 11.36 se comprueba que, en la realización de este evento, VSS, régimen de giro, residuos, MAP y TPS, si representan similitud, como se aprecia en la figura 10.30.

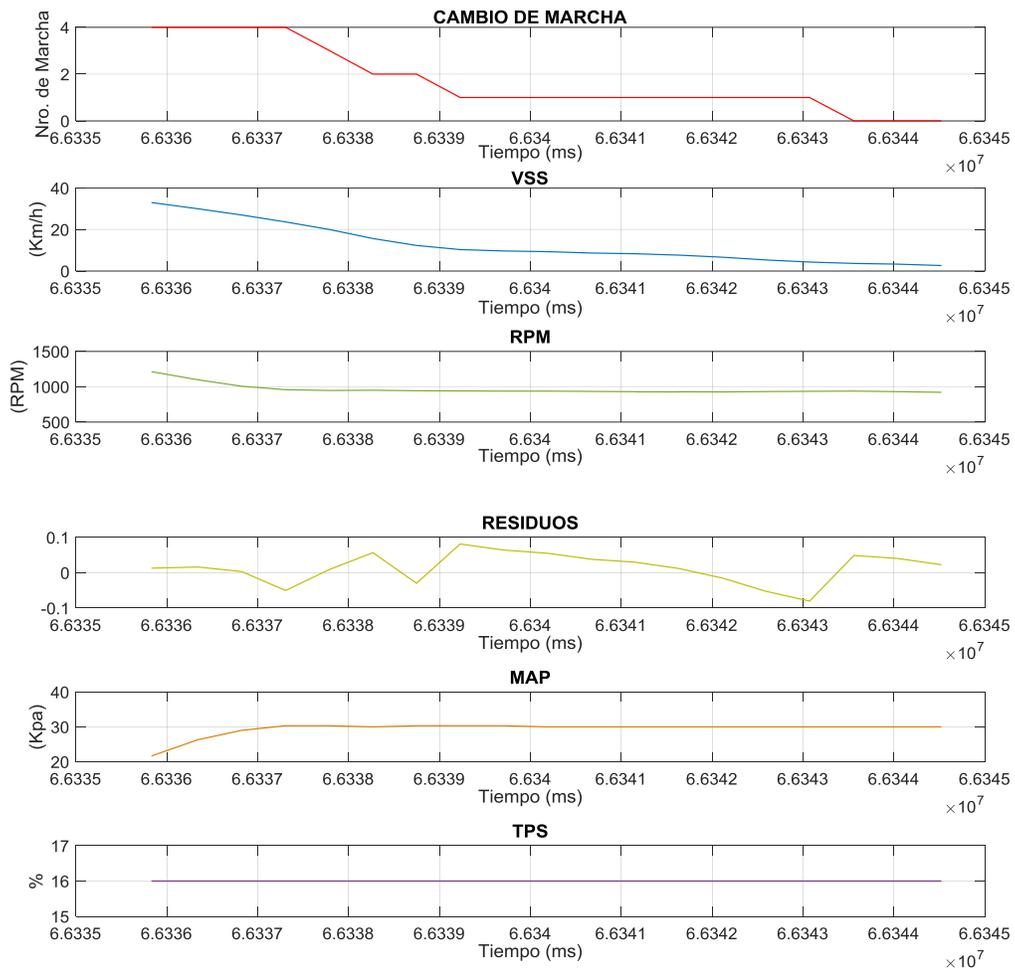


Figura 11. 36. Cambio de marcha descendente de cuarta a neutro.

11.2.4.3. Cambio de cuarta a tercera marcha. En la figura 11.37 se comprueba que, en la realización de este evento el régimen de giro, residuos, MAP y TPS, si representan similitud a excepción del VSS, como se aprecia en la figura 10.31.

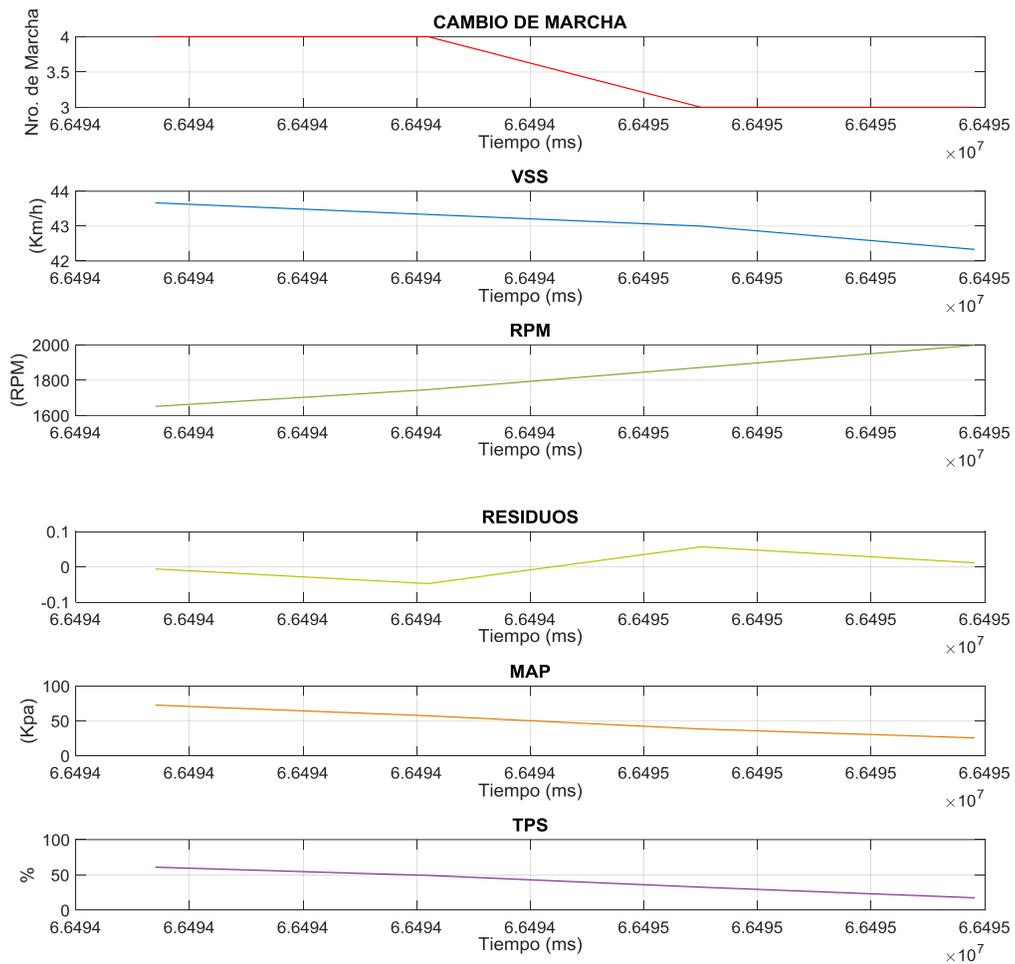


Figura 11. 37. Cambio de marcha descendente de cuarta a tercera.

11.2.4.4. Cambio de segunda marcha a neutro. En la figura 11.38 se comprueba que, en la realización de este evento, VSS, régimen de giro, residuos, MAP y TPS, si representan similitud, como se aprecia en la figura 10.32.

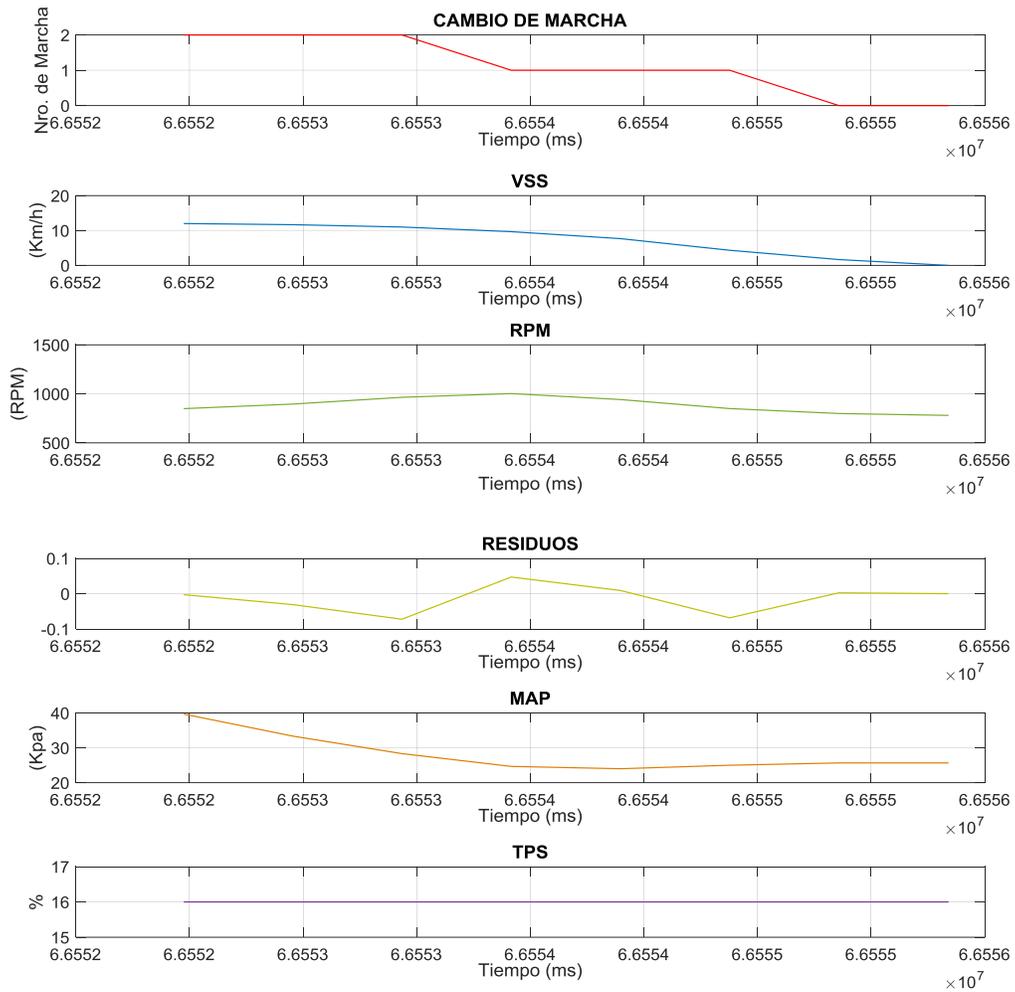


Figura 11. 38. Cambio de marcha descendente de segunda a neutro.

11.2.4.5. Cambio de primera marcha a neutro. En la figura 11.39 se comprueba que, en la realización de este evento, VSS, régimen de giro, residuos, MAP y TPS, si representan similitud, como se aprecia en la figura 10.32.

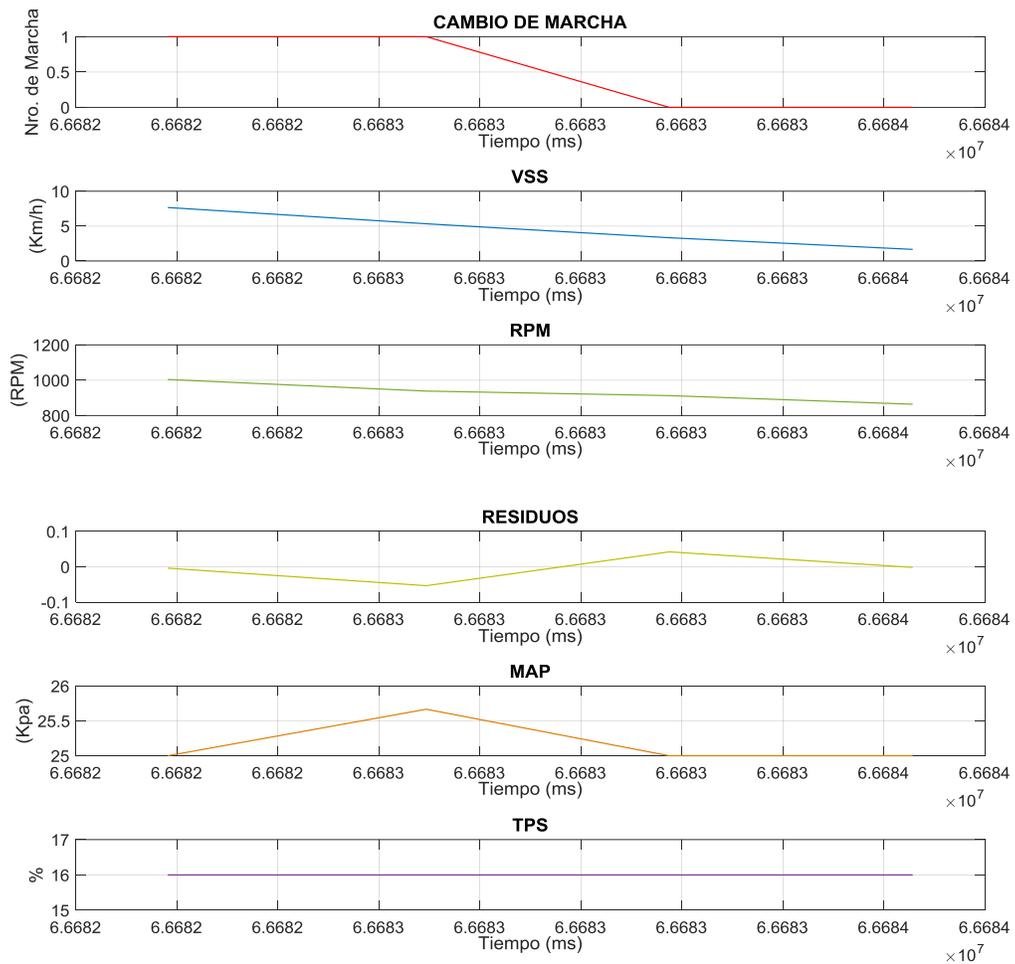


Figura 11. 39. Cambio de marcha descendente de primera a neutro.

12. Base de datos

La base de datos fue elaborada con los diferentes comportamientos característicos que conforman los residuos. los vectores que representan a los sensores del VSS. MAP y TPS; de los vectores de RPM y cambio de marcha ante la acción de frenado y desembrague-embrague. Como se evidencia en los anteriores análisis estos reaccionarán de diferente forma; si es que el vehículo consta de un cuerpo de aceleración motorizado o también mecánico. El desarrollo de esta sección fue con base a los eventos que detienen al vehículo completamente y el accionamiento del pedal del embrague para el cambio de marcha de forma descendente o ascendente; la misma contendrá los dos tipos de vehículos pertenecientes a la clase M1 los cuales han sido expuestos a través del desarrollo de esta investigación.

12.1. Freno

Las siguientes tablas contendrá los valores que adquieren las variables de estudio ante un evento de frenado clasificados de acuerdo por el cuerpo de aceleración.

12.1.1. Cuerpo de aceleración motorizado

12.1.1.1. Kia Sportage 2012

Tabla 12. 1.

Vectores del Kia Sportage en frenado

N. Marcha	VSS (Km/h)	Residuo	TPS (%)	MAP (Kpa)	RPM
	57.00	0.00839		16.33	2686.67
	56.67	0.00860		16.33	2670.00
	56.33	0.01059		16.67	2645.00
	55.33	0.00871		17.00	2606.67
	54.67	0.00475		17.00	2593.33
	53.67	0.00246		17.00	2556.33
	53.33	0.00418		17.00	2532.67
	52.33	0.00505		17.33	2481.33
	51.67	0.00415		17.67	2453.67
	50.33	0.00290		18.33	2395.67
	49.67	0.00257		18.67	2365.33
	48.33	0.00253		19.33	2302.00
	47.67	0.00283		19.67	2269.00
	46.33	0.00263		20.00	2206.33
3	45.67	0.00209	14.00	20.00	2176.67
	44.33	0.00151		20.33	2115.33
	43.67	0.00147		20.67	2083.67
	42.67	0.00431		21.00	2025.67
	42.33	0.00727		21.00	1999.33
	41.33	0.01040		21.00	1941.33
	40.67	0.01051		21.00	1909.67
	39.33	0.01001		21.33	1848.67
	38.67	0.00939		21.67	1819.33
	37.33	0.00808		22.33	1760.67
	36.67	0.00739		22.67	1731.33
	35.33	0.00627		23.33	1671.67
	34.67	0.00586		23.67	1641.33
	33.33	0.00581		24.33	1578.33
	32.67	0.00621		24.67	1545.67

	31.33	0.00454		25.33	1487.00
	30.67	0.00236		25.67	1461.00
	29.33	-0.00037		26.33	1404.33
	28.67	-0.00088		26.67	1373.67
	27.67	0.00453		27.33	1313.00
	27.33	0.01075	14.00	27.67	1283.00
	26.00	0.00770		28.00	1227.00
	25.00	-0.00229		28.00	1201.00
	23.67	-0.01114		27.67	1155.33
3	23.33	-0.00950		27.33	1135.67
	22.33	-0.00492		27.33	1078.00
	21.67	-0.00183		27.67	1040.00
	20.33	-0.00277	13.67	28.00	977.67
	19.67	-0.00727	13.33	28.00	953.33
	18.67	-0.00203		28.00	896.33
	18.33	0.00870		28.00	863.67
	17.33	0.00609	13.00	28.33	820.33
	16.67	-0.00847		28.67	809.67
	15.33	-0.05204		29.00	809.00
3	14.67	-0.07997	13.00	29.00	819.00
2	13.33	0.06880	12.67	28.67	828.00
2	12.67	0.04779	12.33	28.33	827.00
	11.33	0.00194	12.33	27.67	833.33
	10.67	-0.02242	12.67	27.33	840.67
	9.67	-0.05577	13.00	27.00	845.00
2	9.33	-0.06525	13.00	27.00	842.00
1	8.67	0.08084			845.00
1	8.33	0.06845			851
	7.33	0.03377			863.33
	6.67	0.01164		27.00	869.67
	5.67	-0.01961			872.33
	5.33	-0.02913	13.00		868.67
	4.67	-0.04902		27.33	865
	4.33	-0.05931		27.67	865
	3.67	-0.07929		28.00	860.33

1	3.33	-0.08907			855.67
0	2.33	0.02091	13.00	28.00	853.33
	1.67	-0.00010			855.67
	0.67	-0.03141			859.33
	0.33	-0.04179			860.67
0			13.00	28.00	856.00
	0.00	0.00000			850.00
					846.00
					848.00

12.1.1.2. Kia Rio 2017

Tabla 12. 2.

Vectores del Kia Rio en frenado

N. Marcha	VSS (Km/h)	Residuo	TPS (%)	MAP (Kpa)	RPM
	31.67	0.01131		20.33	1446.33
	31.33	0.00195			1449.00
	31.33	-0.00029			1453.33
	31.33	-0.00165			1456.00
	31.33	-0.00165		20.00	1456.00
	31.33	0.00143			1450.00
	31.00	-0.00087			1439.00
	30.67	-0.00477		20.33	1431.00
4	30.67	-0.00077	16.00	20.67	1423.33
	30.33	-0.00663			1419.00
	30.33	-0.00155			1409.33
	30.00	-0.00430		21.00	1399.00
	30.00	-0.00038			1391.67
	30.00	0.00376		20.67	1384.00
	29.67	-0.00027		20.33	1376.00
	29.33	0.00463			1351.67
	28.67	-0.00161		20.00	1332.00
	28.33	0.00020			1313.33
4	27.67	-0.01254	16.00	20.33	1304.67

	27.33	-0.01390			1291.33
	27.00	-0.00835			1266.00
	26.67	0.00045			1235.67
	26.33	0.00656			1210.33
	25.67	-0.00206		20.67	1193.33
	25.00	-0.00355			1164.67
	24.00	-0.01399		20.33	1134.00
	23.00	-0.01930	15.67		1094.67
	22.33	-0.02275	15.67	20.67	1068.00
	21.67	-0.02730	15.33	21.00	1042.67
	21.33	-0.02238	15.33	21.33	1019.67
	21.00	-0.01749		21.67	997.00
	20.67	-0.01136			973.00
	20.33	-0.01009		22.00	955.67
	19.67	-0.01248		22.33	927.33
	19.00	-0.01583	15.00	22.67	900.00
	18.33	-0.02133		23.33	875.00
	17.67	-0.03608		23.67	860.67
	17.33	-0.03628		24.00	844.67

4	16.67	-0.05433	15.00	24.00	833.33
3	16.00	0.06998			830.67

3	15.00	0.02751	15.00	24.00	831.67
3	14.00	-0.01532			833.33

3	13.00	-0.05451	15.00	24.00	829.67
2	12.00	0.04658			827.67

2	11.00	0.00676	15.00	24.00	824.00
	9.67	-0.04947			824.33

2	8.33	-0.10551	15.00	24.00	824.33
1	7.00	0.06426			823.00

	6.00	0.02216			823.00
	5.00	-0.01985		24.00	822.67
1	4.33	-0.04786	15.00	24.33	822.33
	3.67	-0.07595		24.67	822.33
	3.33	-0.09011		25.00	823.00
1	3.00	-0.10429	15.00	25.00	824.00
0	2.67	0.04783	14.67	25.00	821.00
	2.33	0.03486		25.00	812.00
	1.67	0.00727	14.33		802.33
	1.00	-0.02078		24.67	788.67
0	0.33	-0.04986			777.67
				25.00	757.67
	0.00	0.00000	14.00		745.00
				29.00	728.00

12.1.2. Cuerpo de aceleración no motorizado (mecánico)

12.1.2.1. Hyundai Accent 2005

Tabla 12. 3.

Vectores del Hyundai Accent en frenado

N. Marcha	VSS (Km/h)	Residuo	TPS (%)	MAP (Kpa)	RPM
	10.00	0.01186	1.00	22.33	1348.67
	8.67	0.01469	0.00	23.00	1136.00
1	7.00	0.01534			911.67
	6.33	0.00862	1.00	30.67	883.33
	6.00	0.00424			877.33
	5.67	-0.00318	0.00	23.33	902.67
1	3.67	-0.02712	0.00	23.00	820.67
0	1.67	0.00568			796.00
					797.67
0.00	0.00	0.00	0.00	23.00	795.00
					796.67

12.1.2.2. Ford EcoSport 2005

Tabla 12. 4.

Vectores del Ford EcoSport en frenado

N. Marcha	VSS (Km/h)	Residuo	TPS (%)	MAP (KPa)	RPM
	17.67	0.00230		21.67	1232.33
	17.33	0.00103		21.00	1213.33
	17.00	0.00442		19.67	1179.00
	16.67	0.00640		18.33	1149.67
	16.00	0.00430		17.33	1110.00
2	15.00	-0.00421	16		1065.33
	14.33	-0.00596		17.00	1023.00
	13.67	-0.00249			966.00
	13.33	0.00790		17.33	916.00
	12.33	0.01486		18.67	831.67
	11.00	0.00874		21.00	754.00
	9.33	-0.01662		24.67	686.67
2	8.00	-0.06193	16	26.33	677.33
1	7.00	0.06361		27.33	680.33
1	6.00	0.01725	16	25.67	708.67
	5.33	-0.00596			706.00
1	4.67	-0.03814	16	24.67	742.00
0	3.00	0.05070		24.67	753.33
	1.33	-0.00707		23.67	779.00
				23.33	775.00
					771.00
0	0.00	0.00000	16	23.00	770.67
					768.33
					769.67
				23.33	770.33

12.2. Desembrague y Embrague

Las siguientes tablas contendrá los valores que adquieren las variables de estudio ante un evento de desembrague y embrague clasificados de acuerdo con el cuerpo de aceleración.

12.2.1. Cuerpo de aceleración motorizado

12.2.1.1. Kia Sportage 2012

Tabla 12. 5.

Vectores del Kia Sportage en desembrague y embrague 0-1

	Residuo	VSS (Km/h)	TPS (%)	RPM	MAP (KPa)
Desembrague	0.00000	0.000	16.00	815.7	54.67
	-0.01732	1.000	16.67	767.3	58.33
	-0.01732	1.000	16.67	767.3	58.33
	0.01990	2.000	17.33	741.7	60.67
Cambio	0.01990	2.000	17.33	741.7	60.67
	-0.06755	3.333	18.00	709.0	64.67
Embrague	-0.06755	3.333	18.00	709.0	64.67
	-0.05361	3.667	18.00	702.0	66.33
	-0.05361	3.667	18.00	702.0	66.33
	-0.03274	4.333	18.00	721.7	60.00
			8.330		

Tabla 12. 6.

Vectores del Kia Sportage en desembrague y embrague 1-2

	Residuo	VSS (Km/h)	TPS (%)	RPM	MAP (KPa)
Desembrague	0.04578	19.000	14.000	2124	24.67
	0.05645	19.000	16.633	2017	31.67
	0.05645	19.000	16.633	2017	31.67
	0.06679	19.000	18.670	1953	39.33
Cambio	0.06679	19.000	18.670	1953	39.33
	-0.07503	19.333	25.000	1804	55.33
Embrague	-0.07503	19.333	25.000	1804	55.33
	-0.05580	19,670	29.000	1719	63.67
	-0.05580	19,670	29.000	1719	63.67
	-0.02649	20,330	49.670	1622	72,67

Tabla 12. 7.

Vectores del Kia Sportage en desembrague y embrague 2-3

	Residuo	VSS (Km/h)	TPS (%)	RPM	MAP (KPa)
Desembrague	0.035140	35.00	16.00	2358	28.67
	0.035140	35.00	18.00	2358	36.33
	0.035140	35.00	18.00	2358	36.33
	0.083090	35.33	20.33	2124	49.00
Cambio		35.33	20.33	2124	49.00
	0.083090	35.67	20.67	1889	54.00
	-0.054060				
Embrague	-0.054060	35.67	20.67	1889	54.00
	0.015550	36.00	18.67	1676	53.33
	0.015550	36.00	18.67	1676	53.33
	-0.008563	36.00	16.33	1696	47,67

Tabla 12. 8.

Vectores del Kia Sportage en desembrague y embrague 3-4

	Residuo	VSS (Km/h)	TPS (%)	RPM	MAP (KPa)
Desembrague	0.029230	40.33	15.00	1834	22.67
	0.057420	39.33	14.67	1706	23.33
Cambio		39.33	14.67	1706	23.33
	0.057420	38.67	14.33	1643	23.67
	-0.056880				
Embrague	-0.056880	38.67	14.33	1643	23.67
	-0.019760	37.67	14.00	1511	24.33
	-0.019760	37.67	14.00	1511	24.33
	0.005445	37.33	14.00	1443	24,67

Tabla 12. 9.

Vectores del Kia Sportage en desembrague y embrague 4-5

	Residuo	VSS (Km/h)	TPS (%)	RPM	MAP (KPa)
Desembrague	0.06547	34.33	14.00	1221	25.00
	0.07562	33.67	14.00	1181	25.00
	0.07562	33.67	14.00	1181	25.00
	0.08549	33.33	14.00	1155	25.00
Cambio		33.33	14.00	1155	25.00
	0.08549	33.00	14.00	1106	25.33
	-0.08947				
Embrague	-0.08947	33.00	14.00	1106	25.33
	-0.07303	33.00	14.00	1083	25.67
	-0.07303	33.00	14.00	1083	25.67
	-0.05170	32.67	14.00	1045	26.33

Tabla 12. 10.

Vectores del Kia Sportage en desembrague y embrague 5-4

	Residuo	VSS (Km/h)	TPS (%)	RPM	MAP (KPa)
Desembrague	-0.04865	26.33	13.00	839.3	27.33
	-0.07407	25.67	13.00	843.7	27.00
	-0.07407	25.67	13.00	843.7	27.00
	-0.08809	25.33	13.00	847.3	27.00
Cambio		25.33	13.00	847.3	27.00
	-0.08809	24.67	13.00	861.0	27.00
	0.07962				
Embrague	0.07962	24.67	13.00	861.0	27.00
	0.06061	24.33	13.00	871.0	27.00
	0.06061	24.33	13.00	871.0	27.00
	0.02451	23.33	13.00	877.7	27.00

Tabla 12. 11.

Vectores del Kia Sportage en desembrague y embrague 4-3

	Residuo	VSS (Km/h)	TPS (%)	RPM	MAP (KPa)
Desembrague	-0.02557	20.67	12.67	836.3	28.00
	-0.03100	20.33	12.33	829.7	28.00
	-0.03100	20.33	12.33	829.7	28.00
	-0.05550	19.67	12.67	833.7	28.33
Cambio	-0.05550	19.67	12.67	833.7	28.33
	0.05332	19.33	13.33	844.3	28.67
	0.05332	19.33	13.33	844.3	28.67
Embrague	0.01023	18.67	14.00	877.0	29.67
	0.01023	18.67	14.00	877.0	29.67
	-0.01359	18.33	14.00	899.0	30.33

Tabla 12. 12.

Vectores del Kia Sportage en desembrague y embrague 3-2

	Residuo	VSS (Km/h)	TPS (%)	RPM	MAP (KPa)
Desembrague	-0.02700	20.67	17.00	854.7	30.00
	-0.03152	20.33	17.00	862.0	31.00
	-0.03152	20.33	17.00	862.0	31.00
	-0.04289	19.67	17.00	881.0	32.00
Cambio	-0.04289	19.67	17.00	881.0	32.00
	0.08534	19.33	16.67	996.7	35.00

	0.08534	19.33	16.67	996.7	35.00
	0.03770	18.67	16.33	1093	37.00
Embrague	0.03770	18.67	16.33	1093	37.00
	0.00976	18.33	16.00	1152	42.00

Tabla 12. 13.

Vectores del Kia Sportage en desembrague y embrague 2-0

	Residuo	VSS (Km/h)	TPS (%)	RPM	MAP (KPa)
	-0.05094	12.33	14.00	1061	25.67
	-0.06303	11.67	14.00	1045	26.33
Desembrague	-0.06303	11.67	14.00	1045	26.33
	-0.08017	10.67	14.00	1013	27.33
	-0.08017	10.67	14.00	1013	27.33
	0.08326	10.33	14.00	998.7	27.67
	0.08326	10.33	14.00	998.7	27.67
	-0.08928	3.33	13.00	857.3	29.00
	-0.08928	3.33	13.00	857.3	29.00
Cambio	0.04300	3.00	13.00	842.3	29.00
	0.04300	3.00	13.00	842.3	29.00
	0.04342	3.00	13.00	834.0	28.67
	0.04342	3.00	13.00	834.0	28.67
Embrague	0.01193	2.00	13.00	833.0	28.33

Tabla 12. 14.

Vectores del Kia Sportage en desembrague y embrague 4-2

	Residuo	VSS (Km/h)	TPS (%)	RPM	MAP (KPa)
	-0.026370	29.0	14.00	1175	26.00
	-0.035050	29.0	14.00	1191	26.00
Desembrague	-0.035050	29.0	14.00	1191	26.00
	-0.050870	29.0	14.00	1220	26.00

	-0.050870	29.0	14.00	1220	26.00
	0.061390	29.0	14.00	1259	25.33
	0.061390	29.0	14.00	1259	25.33
	-0.076200	28.0	14.00	1551	20.67
Cambio	-0.076200	28.0	14.00	1551	20.67
	0.042360	28.0	14.00	1853	20.33
	0.042360	28.0	14.00	1853	20.33
	-0.006202	28.0	14.00	2106	20.00
Embrague	-0.006202	28.0	14.00	2106	20.00
	0.002081	28.0	14.00	2058	20.00

Tabla 12. 15.

Vectores del Kia Sportage en desembrague y embrague 3-0

	Residuo	VSS (Km/h)	TPS (%)	RPM	MAP (KPa)
	-0.0084700	16.67	13.00	809.7	28.67
	-0.0520400	15.33	13.00	809.0	29.00
Desembrague	-0.0520400	15.33	13.00	809.0	29.00
	-0.0799700	14.67	13.00	819.0	29.00
	-0.0799700	14.670	13.00	819.0	29.00
	0.0688000	13.330	12.67	828.0	28.67
	0.0688000	13.330	12.67	828.0	28.67
	-0.0652500	9.330	13.00	842.0	27.00
	-0.0652500	9.330	13.00	842.0	27.00
	0.0808400	8.667	13.00	845.0	27.00
	0.0808400	8.667	13.00	845.0	27.00
	-0.0890700	3.330	13.00	855.7	28.00
	-0.0890700	3.330	13.00	855.7	28.00
Cambio	0.0209100	2.333	13.00	853.3	28.00
	0.0209100	2.333	13.00	853.3	28.00
	-0.0001031	1.667	13.00	855.7	28.00
Embrague	-0.0001031	1.667	13.00	855.7	28.00
	-0.0314100	0.667	13.00	859.3	28.00

12.2.1.2. Kia Picanto 2017

Tabla 12. 16.

Vectores del Kia Picanto en desembrague y embrague 0-1

	Residuo	VSS (Km/h)	TPS (%)	RPM	MAP (KPa)
Desembrague	0.02671	2.000	14.67	758.0	26.00
	0.04328	2.330	16.67	748.7	29.33
Cambio		2.330	16.67	748.7	29.33
	0.04328	2.667	16.67	722.7	33.33
	-0.10260				
Embrague	-0.10260	2.667	16.67	722.7	33.33
	-0.06370	3.333	18.33	692.7	43.00

Tabla 12. 17.

Vectores del Kia Picanto en desembrague y embrague 1-2

	Residuo	VSS (Km/h)	TPS (%)	RPM	MAP (KPa)
Desembrague	0.02357	15.67	18.33	2137	23.00
	0.05295	16.33	18.00	1997	20.33
	0.05295	16.33	18.00	1997	20.33
	0.09038	16.67	20.33	1800	30.00
Cambio		16.67	20.33	1800	30.00
	0.09038	17.33	22.67	1574	42.67
	-0.07430				
Embrague	-0.07430	17.33	22.67	1574	42.67
	-0.01974	18.00	24.67	1430	56.00
	-0.01974	18.00	24.67	1430	56.00
	0.02077	19.33	24.00	1406	59.33

Tabla 12. 18.

Vectores del Kia Picanto en desembrague y embrague 2-4

	Residuo	VSS (Km/h)	TPS (%)	RPM	MAP (KPa)
Desembrague	0.01755	28.00	20.67	2050	32.00
	0.02987	28.00	18.67	1998	25.00
	0.02987	28.00	18.67	1998	25.00
	0.06037	28.33	17.33	1902	21.33
Cambio	0.06037	28.33	17.33	1902	21.33
	-0.03961	28.67	17.00	1781	21.67
	-0.03961	28.67	17.00	1781	21.67
	0.03390	28.67	17.67	1573	26.00
	0.03390	28.67	17.67	1573	26.00
	-0.04303	28.67	18.00	1410	30.67
	-0.04303	28.67	18.00	1410	30.67
Embrague	-0.01111	28.67	13.33	1310	34.33

Tabla 12. 19.

Vectores del Kia Picanto en desembrague y embrague 4-5

	Residuo	VSS (Km/h)	TPS (%)	RPM	MAP (KPa)
Desembrague	0.03192	53.67	24.33	2386	29.00
	0.05953	54.00	21.67	2319	39.00
	0.05953	54.00	21.67	2319	39.00
	0.10290	54.33	26.67	2214	54.00
Cambio	0.01029	54.33	26.67	2214	54.00
	-0.06390	55.00	32.33	2079	68.67
	-0.06390	55.00	32.33	2079	68.67
Embrague	-0.00745	56.00	34.00	1994	69.33
	-0.00745	56.00	34.00	1994	69.33
	0.01946	57.00	33.00	1975	65.00

Tabla 12. 20.

Vectores del Kia Picanto en desembrague y embrague 4-3

	Residuo	VSS (Km/h)	TPS (%)	RPM	MAP (KPa)
Desembrague	-0.001629	27.00	14.67	951.3	35.33
	0.002854	27.00	14.00	943.7	30.33
	0.002854	27.00	14.00	943.7	30.33
	-0.029020	26.67	14.33	988.7	27.33
Cambio		26.67	14.33	988.7	27.33
	-0.029020	26.63	16.00	1075	25.33
	0.059660				
Embrague	0.059660	26.63	16.00	1075	25.33
	0.019520	26.63	16.67	1174	25.00
	0.019520	26.63	16.67	1174	25.00
	0.006200	26.63	17.33	1211	25.67

Tabla 12. 21.

Vectores del Kia Picanto en desembrague y embrague 3-2

	Residuo	VSS (Km/h)	TPS (%)	RPM	MAP (KPa)
Desembrague	0.0432000	24.67	14.33	1043	22.67
	0.0234700	24.00	14.67	1061	21.33
	0.0234700	24.00	14.67	1061	21.33
	-0.0756200	23.33	15.67	1331	20.67
Cambio		23.33	15.67	1331	20.67
	-0.0756200	22.67	16.33	1481	20.67
	0.0371400				
Embrague	0.0371400	22.67	16.33	1481	20.67
	-0.0003168	22.00	16.33	1644	21.00
	-0.0003168	22.00	16.33	1644	21.00
	0.0035780	21.33	16.00	1571	20.67

Tabla 12. 22.

Vectores del Kia Picanto en desembrague y embrague 2-1

	Residuo	VSS (Km/h)	TPS (%)	RPM	MAP (KPa)
Desembrague	-0.030700	11.00	14.00	930.7	22.67
	-0.042200	10.00	14.00	890.7	23.33
	-0.042200	10.00	14.00	890.7	23.33
	-0.059370	9.00	14.00	870.0	23.67
Cambio		9.00	14.00	870.0	23.67
	-0.059370	8.33	14.00	855.0	23.67
	0.049800				
Embrague	0.049800	8.33	14.00	855.0	23.67
	0.025830	8.00	15.33	939.7	25.00
	0.025830	8.00	15.33	939.7	25.00
	0.004949	8.00	16.00	1075	26.33

Tabla 12. 23.

Vectores del Kia Picanto en desembrague y embrague 1-0

	Residuo	VSS (Km/h)	TPS (%)	RPM	MAP (KPa)
Desembrague	-0.0179900	5.333	14.00	852.0	24.00
	-0.0315900	4.667	14.00	839.3	24.00
	-0.0315900	4.667	14.00	839.3	24.00
	-0.0458800	4.000	14.00	829.0	24.00
Cambio		4.000	14.00	829.0	24.00
	-0.0458800	3.000	14.00	824.0	24.00
Embrague	0.0306500				
	0.0306500	3.000	14.00	824.0	24.00
	-0.0005986	1.667	14.00	819.7	24.00
	-0.0005986	1.667	14.00	819.7	24.00
	0.0242410	8.000	14.00	814.0	24.00

Tabla 12. 24.

Vectores del Kia Picanto en desembrague y embrague 4-1

	Residuo	VSS (Km/h)	TPS (%)	RPM	MAP (KPa)
Desembrague	-0.02304	22.33	14.00	818.7	23.00
	-0.03971	21.67	14.00	820.0	23.00
	-0.03971	21.67	14.00	820.0	23.00
	-0.05773	21.00	14.00	823.7	22.67
Cambio	-0.05773	21.00		823.7	22.67
	0.05487	20.00		825.0	22.33
	0.05487	20.00		825.0	22.33
	-0.05745	15.00	14.00	812.3	22.67
	-0.05745	15.00	14.00	812.3	22.67
	0.05771	13.33		814.7	23.33
	0.05771	13.33		814.7	23.33
	-0.04754	9.00		821.7	23.67
	-0.04754	9.00		821.7	23.67
	0.05781	8.33		820.3	24.00
	0.05781	8.33	14.00	820.3	24.00
Embrague	0.05007	8.00	14.00	819.7	27.00

Tabla 12. 25.

Vectores del Kia Picanto en desembrague y embrague 3-0

	Residuo	VSS (Km/h)	TPS (%)	RPM	MAP (KPa)
Desembrague	-0.025360	17.330	15.33	861.7	40.00
	-0.038060	16.670	14.33	856.3	32.67
	-0.038060	16.670	14.33	856.3	32.67
	-0.072610	15.330	14.00	867.0	32.00
Cambio	-0.072610	15.330	14.00	867.0	32.00
	0.033200	13.330	14.00	882.7	29.67
	0.033200	13.330	14.00	882.7	29.67
	-0.036930	10.000	14.00	869.7	28.00
	-0.036930	10.000	14.00	869.7	28.00
	0.056090	8.667	14.00	860.7	27.67
	0.056090	8.667	14.00	860.7	27.67
	-0.047800	4.000	14.00	846.3	26.00
-0.047800	4.000	14.00	846.3	26.00	

	0.029200	3.000	14.00	841.3	26.00
Embrague	0.029200	8.000	14.00	841.3	26.00
	-0.006233	2.000	14.00	838.7	25.67

Tabla 12. 26.

Vectores del Kia Picanto en desembrague y embrague 2-0

	Residuo	VSS (Km/h)	TPS (%)	RPM	MAP (KPa)
Desembrague	-0.003135	11.0000	18.33	831.0	53.00
	-0.029770	10.0000	16.00	842.7	47.67
	-0.029770	10.0000	16.00	842.7	47.67
	-0.060210	9.0000	14.67	873,7	38.33
Cambio		9.0000	14.67	873.7	38.33
	-0.060210	8.0000	14.67	859.3	31.67
	0.022440	8.0000	14.67	859.3	31.67
	0.022440	4.0000	14.33	890.3	25.00
	-0.052350	4.0000	14.33	890.3	25.00
	-0.052350	4.0000	14.00	858.0	24.33
	0.027850	3.0000	14.00	858.0	24.33
	0.027850	3.0000	14.33	810.3	24.00
	-0.024140	0.6667			
	Embrague	0.029200	0.6667	14.33	810.3
-0.006233		0.0000	14.33	793.3	24.33

12.2.2. Cuerpo de aceleración no motorizado (mecánico)

12.2.2.1. Hyundai Accent 2005

Tabla 12. 27.

Vectores del Hyundai Accent en desembrague y embrague 0-1

	Residuo	VSS (Km/h)	TPS (%)	RPM	MAP (KPa)
Desembrague	0.000000	0.000	3.333	801	34.33
	-0.005499	1.000	5.000	801	36.67
	-0.005499	1.000	5.000	801	36.67
	-0.035640	3.667	5.333	959	32.33

Cambio	-0.035640	3.667	5.333	959	32.33
	-0.011240	6.333	3.667	1117	34.00
Embrague	-0.011240	6.333	3.667	1117	34.00
	0.007100	9.000	3.667	1276	39.00
	0.007100	9.000	3.667	1276	39.00
	0.034720	11.670	3.333	1276	37.67

Tabla 12. 28.

Vectores del Hyundai Accent en desembrague y embrague 1-2

	Residuo	VSS (Km/h)	TPS (%)	RPM	MAP (KPa)
Desembrague	0.01180	1.000	10.67	1439	39.33
	0.03286	3.667	12.67	1407	36.00
Cambio	0.03286	3.667	12.67	1407	36.00
	-0.03825	6.333	14.67	1407	37.67
Embrague	-0.03825	6.333	14.67	1407	37.67
	0.01520	9.000	17.33	1425	39.33

Tabla 12. 29.

Vectores del Hyundai Accent en desembrague y embrague 2-3

	Residuo	VSS (Km/h)	TPS (%)	RPM	MAP (KPa)
Desembrague	-0.011660	29.33	13.67	2359	44.33
	-0.008617	34.33	20.00	2711	45.67
	-0.008617	34.33	20.00	2711	45.67
	0.032420	40.33	21.00	2558	59.00
Cambio	0.032420	40.33	21.00	2558	59.00
	-0.033700	43.67	27.00	2475	68.33

	-0.033700	43.67	27.00	2475	68.33
	-0.010640	47.67	25.67	2459	65.67
Embrague	-0.010640	47.67	25.67	2459	65.67
	-0.007589	52.33	25.33	2668	67.00

Tabla 12. 30.

Vectores del Hyundai Accent en desembrague y embrague 3-4

	Residuo	VSS (Km/h)	TPS (%)	RPM	MAP (KPa)
	0.0009887	56.33	7.667	2780	37.00
Desembrague	0.0040630	57.00	0.000	2781	21.00
	0.0040630	57.00	0.000	2781	21.00
	0.0040630	57.00	0.000	2781	21.67
			0.000		
Cambio	0.0040630	57.00	0.000	2781	21.67
	-0.0454400	57.00		2252	22.33
Embrague	-0.0454400	57.00	0.000	2252	22.33
	0.0813100	57.00	0.000	1633	22.67

Tabla 12. 31.

Vectores del Hyundai Accent en desembrague y embrague 4-5

	Residuo	VSS (Km/h)	TPS (%)	RPM	MAP (KPa)
	0.05067	65.0	0	1995	21.67
Desembrague	0.09700	65.0	0	1801	22.00
	0.09700	65.0	0	1801	22.00
	0.12780	65.0	0	1692	22.00
			0		
Cambio	0.12780	65.0	0	1692	22.00
	-0.05168	65.0		1428	22.33
Embrague	-0.05168	65.0	0	1428	22.33
	0.09829	65.0	0	1143	22.67
	0.09829	65.0	0	1143	22.67
	0.34620	65.0	0	859.7	23.00

Tabla 12. 32.

Vectores del Hyundai Accent en desembrague y embrague 4-2

	Residuo	VSS (Km/h)	TPS (%)	RPM	MAP (KPa)
Desembrague	0.05385	31.33	0.000	2780	22.33
	-0.05285	26.00	0.000	1050	22.67
Cambio		26.00	0.000	1050	22.67
	-0.05285	20.67	1.333	880.0	32.00
	0.04359	20.67	1.333	880.0	32.00
	0.04359	15.33	3.667	814.7	43.67
	-0.01809				
Embrague	-0.01809	15.33	3.667	814.7	43.67
	-0.01538	11.67	6.667	960.0	50.00

Tabla 12. 33.

Vectores del Hyundai Accent en desembrague y embrague 2-0

	Residuo	VSS (Km/h)	TPS (%)	RPM	MAP (KPa)
Desembrague	-0.006153	16.33	3.000	1271	29.00
	0.013500	16.67	0.000	1162	22.67
	0.013500	16.67	0.000	1162	22.67
	0.042420	16.00	0.000	968.3	23.00
Cambio	0.042420	16.00	0.000	968.3	23.00
	-0.008234	10.67	0.000	840.3	22.67
	-0.008234	10.67	0.000	840.3	22.67
	0.002183	5.33	0.000	798.0	22.33
Embrague	0.002183	5.33	0.000	798.0	22.33
	0.000000	0.00	0.000	793.0	22.00
	0.000000	0.00	0.000	793.0	22.00
	0.000000	0.00	0.000	794.3	22.00

Tabla 12. 34.

Vectores del Hyundai Accent en desembrague y embrague 2-1

	Residuo	VSS (Km/h)	TPS (%)	RPM	MAP (KPa)
Desembrague	0.02540	28.0	51.00	1838	57.67
	-0.03085	28.0	34.00	2549	40.33
Cambio	-0.03085	28.0	34.00	2549	40.33
	0.02735	28.0	16.33	3261	23.00
Embrague	0.02735	28.0	16.33	3261	23.00
	0.02735	28.0	0.00	3261	21.33

Tabla 12. 35.

Vectores del Hyundai Accent en desembrague y embrague 1-0

	Residuo	VSS (Km/h)	TPS (%)	RPM	MAP (KPa)
Desembrague	-0.003182	5.667	0.0	902.7	23.33
	-0.027120	3.667	0.0	820.7	23.33
Cambio	-0.027120	3.667	0.0	820.7	23.33
	0.005681	1.667	0.0	796.0	23.00
Embrague	0.005681	1.667	0.0	796.0	23.00
	0.000000	0.000	0.0	797.7	23.00

12.2.2.2. Ford EcoSport 2005

Tabla 12. 36.

Vectores del Ford EcoSport en desembrague y embrague 0-1

	Residuo	VSS (Km/h)	TPS (%)	RPM	MAP (KPa)
Desembrague	0.000000	0.0000	19.67	1622	34.33
	-0.040150	0.6667	17:67	1622	39.00
	-0.040150	0.6667	17:67	1622	39.00
	-0.024470	1.6670	21.33	1622	48.00
	-0.024470	1.6670	21.33	1622	48.00
	0.003585	3.3330	22.33	1565	49.00
	0.003585	3.3330	22.33	1565	49.00
	0.039860	5.0000	23.00	1406	48.00
Cambio	0.039860	5.0000	23.00	1406	48.00
	-0.057590	7.0000	20.33	1267	47.00
Embrague	-0.057590	7.0000	20.33	1267	47.00
	-0.018500	8.6670	19.00	1227	45.67
	-0.018500	8.6670	19.00	1227	45.67
	0.006717	10.0000	19.00	1329	42.00

Tabla 12. 37.

Vectores del Ford EcoSport en desembrague y embrague 1-2

	Residuo	VSS (Km/h)	TPS (%)	RPM	MAP (KPa)
Desembrague	-0.019210	11.00	38.33	1564	66.00
	0.028140	14.00	39.00	1574	65.00
	0.028140	14.00	39.00	1574	65.00
	0.076620	17.00	40.00	1574	64.67
Cambio	0.076620	17.00	40.00	1574	64.67
	-0.039150	20.00	40.67	1574	63.00
Embrague	-0.039150	20.00	40.67	1574	63.00
	0.009337	23.00	37.33	1574	50.00

Tabla 12. 38.

Vectores del Ford EcoSport en desembrague y embrague 2-3

	Residuo	VSS (Km/h)	TPS (%)	RPM	MAP (KPa)
Desembrague	0.019760	38.67	16.00	2574	16.67
	0.023050	39.00	16.00	2574	16.67
	0.023050	39.00	16.00	2574	16.67
	0.059590	38.67	16.00	2331	16.67
Cambio	0.059590	38.67	16.00	2331	16.67
	-0.056070	38.33	17.33	2068	19.00
Embrague	-0.056070	38.33	17.33	2068	19.00
	-0.003323	37.67	20.67	1827	25.67
	-0.003323	37.67	20.67	1827	25.67
	-0.001466	38.00	24.00	1837	34.33

Tabla 12. 39.

Vectores del Ford EcoSport en desembrague y embrague 3-4

	Residuo	VSS (Km/h)	TPS (%)	RPM	MAP (KPa)
Desembrague	0.004809	55.67	23.33	2659	28.00
	0.005858	56.00	19.67	2670	23.33
	0.005858	56.00	19.67	2670	23.33
	0.050780	56.00	20.33	2463	26.33
Cambio	0.050780	56.00	20.33	2463	26.33
	-0.046930	56.33	27.00	2268	38.33
Embrague	-0.046930	56.33	27.00	2268	38.33
	0.010260	56.67	34.00	2092	52.33
	0.010260	56.67	34.00	2092	52.33
	0.002949	57.33	36.67	2140	58.00

Tabla 12. 40.

Vectores del Ford EcoSport en desembrague y embrague 4-5

	Residuo	VSS (Km/h)	TPS (%)	RPM	MAP (KPa)
Desembrague	0.0012820	41.33	16.00	1546	13.67
	0.0005789	40.00	16.00	1498	13.67
	0.0005789	40.00	16.00	1498	13.67
	0.0700260	39.00	16.00	1325	16.67
Cambio	0.0700260	39.00	16.00	1325	16.67
	-0.1085000	38.00	16.00	1138	20.33
Embrague	-0.1085000	38.00	16.00	1138	20.33
	0.0296300	37.00	16.00	953.3	24.00
	0.0296300	37.00	16.00	953.3	24.00
	0.0423000	35.67	16.00	907.3	23.67

Tabla 12. 41.

Vectores del Ford EcoSport en desembrague y embrague 4-0

	Residuo	VSS (Km/h)	TPS (%)	RPM	MAP (KPa)
Desembrague	0.016140	30.000	16.00	1098	26.33
	0.003378	27.000	16.00	1007	29.00
	0.003378	27.000	16.00	1007	29.00
	-0.050250	23.670	16.00	958.0	30.33
Cambio	-0.050250	23.670	16.00	958.0	30.33
	0.009371	20.000	16.00	947.3	30.33
	0.009371	20.000	16.00	947.3	30.33
	0.056840	15.670	16.00	950.7	30.00
	0.056840	15.670	16.00	950.7	30.00
	-0.029790	12.330	16.00	943.3	30.33
	-0.029790	12.330	16.00	943.3	30.33
	0.081320	10.330	16.00	940.7	30.33
	0.081320	10.330	16.00	940.7	30.33
	-0.802300	4.333	16.00	935.0	30.00
	-0.802300	4.333	16.00	935.0	30.00
	0.048760	3.667	16.00	938.7	30.00
Embrague	0.048760	3.667	16.00	938.7	30.00
	0.040500	3.333	16.00	930.7	30.00
	0.040500	3.333	16.00	930.7	30.00
	0.023020	2.667	16.00	921.3	30.00

Tabla 12. 42.

Vectores del Ford EcoSport en desembrague y embrague 4-3

	Residuo	VSS (Km/h)	TPS (%)	RPM	MAP (KPa)
Desembrague	-0.00601	43.67	61.00	1651	72.67
	-0.04746	43.33	49.33	1746	57.33
Cambio	-0.04746	43.33	49.33	1746	57.33
	0.05664	43.00	32.67	1872	38.33
Embrague	0.05664	43.00	32.67	1872	38.33
	0.01148	42.33	17.67	1997	25.67

Tabla 12. 43.

Vectores del Ford EcoSport en desembrague y embrague 2-0

	Residuo	VSS (Km/h)	TPS (%)	RPM	MAP (KPa)
Desembrague	-0.002827	12.000	16.00	849.0	39.67
	-0.031030	11.670	16.00	895.7	33.33
	-0.031030	11.670	16.00	895.7	33.33
	-0.072310	11.000	16.00	964.7	28.33
Cambio	-0.072310	11.000	16.00	964.7	28.33
	0.047130	9.667	16.00	1003	24.67
	0.047130	9.667	16.00	1003	24.67
	-0.068390	4.330	16.00	849.7	25.00
	-0.068390	4.330	16.00	849.7	25.00
	0.002432	1.667	16.00	799.3	25.67
	0.002432	1.667	16.00	799.3	25.67
	0.000000	0.000	16.00	780.0	25.67
Embrague					

Tabla 12. 44.

Vectores del Ford EcoSport en desembrague y embrague 1-0

	Residuo	VSS (Km/h)	TPS (%)	RPM	MAP (KPa)
Desembrague	-0.003876	7.667	16.00	1004	25.00
	-0.053540	5.333	16.00	938.3	25.67
Cambio	-0.053540	5.333	16.00	938.3	25.67
	0.042300	3.333	16.00	912.7	25.00
Embrague	0.042300	3.333	16.00	912.7	25.00
	-0.001538	1.667	16.00	864.0	25.00

13. Conclusiones

- Para la clasificación del diagrama de velocidades, el algoritmo K-means presentó un alto porcentaje de factibilidad lo que permite un fácil análisis de los puntos tratados, además de evidenciar el estilo de conducción, así como el número de cambio que ha permanecido por más tiempo el vehículo.
- En el análisis de frenado para cuerpo de aceleración no motorizado se obtienen comportamientos agresivos que son evidentes en los valores del MAP y en la gráfica de los residuos, los cuales después de los cambios bruscos se restablecen y se mantienen constantes. En comparación a los vehículos que cuentan con cuerpo de aceleración motorizado que presentan curvas suaves en sus graficas.
- En el desembrague, en el cambio de marcha ascendente secuencial para los vehículos con cuerpo de aceleración motorizado, se forman cambios paulatinos, progresivos y escalonados, en el instante de embragado e igualmente para el descenso de marcha.
- Cuando se produce un descenso de marcha y este sea de manera aleatoria en los cuerpos de aceleración motorizado, se producen picos de acuerdo con el número de marcha que disminuyen y existe corrección por parte del sistema, los mismos que se generan en el régimen de giro y el TPS.
- Respecto a cuerpos de aceleración no motorizado (mecánico) en el ascenso de marcha secuencial en el instante del desembrague también se forman cambios paulatinos, progresivos y escalonados al igual que en el instante de embrague. Se toma en cuenta que los comportamientos de MAP Y TPS no generan patrones.

- Cuando se lleva a cabo descensos de cambios aleatorios, en el instante de desembrague se producen picos para cada marcha sin evidenciar correcciones por parte del sistema para el caso de vehículos con cuerpo de aceleración no motorizado.
- Se desarrolló la base de datos para los dos tipos de cuerpo de aceleración con respecto a cada análisis como es frenado, desembrague y embrague, la misma que sirve establecer valores o patrones para cada evento, en este caso es más significativo para cuerpo de aceleración motorizado.
- Para cuerpos de aceleración motorizado, en el instante de desembrague, las presiones de MAP en su mayoría no presentan caída, como es el caso Kia Sportage R 2012, para ascenso de marcha 0-1 que es de 54.6 (KPa) a 60.67 (KPa), cambio de marcha de 2-3 que es de 28.67 (KPa) a 49.00 (KPa). Kia Picanto 2017 cambio de marcha de 1-2 que es de 23.00 (KPa) a 30.00 (KPa) y cambio de marcha de 4-5 que es de 29.00 (KPa) a 54.00 (KPa). Sin embargo, para embrague también aumenta como cambio de marcha de 1-2 que es de 55.33 (KPa) a 72.67 (KPa) y cambio de marcha de 3-4 que es de 23.67(KPa) a 24.67 (KPa).
- Para cuerpos de aceleración no motorizado en su mayoría si presentan caída en MAP para el instante de desembrague, como es el caso Hyundai Accent 2005 para ascenso de marcha 0-1 que es de 34.33 (KPa) a 32.33 (KPa), cambio de marcha de 3-4 que es de 37.00 (KPa) a 21.67 (KPa). Ford EcoSport 2005 cambio de marcha de 1-2 que es de 66.00 (KPa) a 64.67 (KPa) y cambio de marcha de 3-4 que es de 28.00 (KPa) a 26.33 (KPa). Sin embargo, para embrague también aumenta como

cambio de marcha de 0-1 que es de 34.00 (KPa) a 37.67 (KPa) y cambio de marcha de 3-4 que es de 22.33 (KPa) a 22.67 (KPa).

14. Recomendaciones

- Para realizar la obtención de datos se recomienda primeramente que el vehículo se encuentre en buenas condiciones, ya que con ello permitirá analizar de manera correcta el análisis.
- A través del desarrollo de este proyecto se recomienda que en posteriores estudios generar fallas en distintos sensores mediante ensayos dinámicos y así poder ofrecer otra alternativa de mantenimiento.
- Este estudio fue realizado para vehículos de categoría M1, con transmisiones manuales, se recomienda aplicar en automáticas y demás clases de automóviles.
- Se recomienda realizar las pruebas experimentales de manejo en diferentes tipos de vías y altitudes.

15. Referencias Bibliográficas

Abelardo, G. M. D. (2018). Desarrollo de un algoritmo para la adquisición y almacenamiento

de datos provenientes del sistema de diagnóstico a bordo OBD II.

Barcelonatech, P. de C. (n.d.). Diseño de un nuevo banco de ensayos de sincos, 1–111.

Retrieved from <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/3621/55753-1.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Betancourt, G. (2005). Las máquinas de soporte vectorial (SVMs). *Scientia Et Technica*, 11(27), 67–72. <https://doi.org/10.22517/23447214.6895>

Camacho Sosa, J. M. (2016). Máquinas de Soporte Vectorial - EcuRed. *Machine Learning Lab Sevilla*. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2014.10.019>

Contreras, W., Arichávala, M., & Jérez, C. (2018). Determinación de la presión máxima de compresión de un motor de encendido provocado basado en una red neuronal artificial recurrente Determination of the maximum compression pressure of an engine provoked ignition based on a recurrent artificial neural ne, 9–18.

Dzhelekariski, P., & Alexiev, D. (2005). Reading and interpreting diagnostic data from vehicle OBDII system. *Electronics*, 5, 12–22. Retrieved from http://ecad.tu-sofia.bg/et/2005/pdf/Paper098-P_Dzhelekariski2.pdf

Goo Lee, M., Kuk Park, Y., Kwon Jung, K., & Jae Yoo, J. (2011). Estimation of Fuel Consumption using In-Vehicle Parameters. *International Journal of U- and e- Service, Science and Technology*, 4(4), 37–46. <https://doi.org/10.6109/jkiice.2011.15.12.2582>

GutierrezPulido, H., & Salazar, R. de la V. (2008). *Análisis y Diseños de Experimentos*. McGraw-Hill/Interamericana Editores, S.A.

Hallac, D., Sharang, A., Stahlmann, R., Lamprecht, A., Huber, M., Roehder, M., ... Leskovec, J. (2016). Driver identification using automobile sensor data from a single turn. *IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems, Proceedings, ITSC*, 953–

958. <https://doi.org/10.1109/ITSC.2016.7795670>

Henriksson, M. (2016). Driving context classification using pattern recognition.

Huang Kevin, & Huang Stanley. (2016). Freematics – Freematics ONE+. Retrieved October 24, 2018, from <https://freematics.com/products/freematics-one-plus/>

Malekian, R., Moloisane, N. R., Nair, L., Maharaj, B. T., & Chude-Okonkwo, U. A. K. (2017). Design and Implementation of a Wireless OBD II Fleet Management System. *IEEE Sensors Journal*, 17(4), 1154–1164. <https://doi.org/10.1109/JSEN.2016.2631542>

Mexicanos, S., Pc, S., Pc, S., Casas, A. V., Pc, S., & Fern, F. D. A. (n.d.). Diagnóstico y fallas en el sistema de aceleración electrónico (cuerpo y pedal).

Minitab Inc. (n.d.). Minitab. Retrieved November 23, 2018, from <http://www.minitab.com/es-mx/>

Rendón-Macías, M. E., Villasís-Keever, M. Á., & Miranda-Navales, M. G. (2016). Estadística descriptiva. *Revista Alergia México*, 63(4), 397. <https://doi.org/10.29262/ram.v63i4.230>

Republica, universidad de la. (2002). Residuos , Residuos studentizados y valores DFFIT, 12.

RIQUELME, M. (2018). ¿Qué es la Desviación Estándar o Típica? - Web y Empresas. Retrieved November 25, 2018, from <https://www.webyempresas.com/desviacion-estandar-o-tipica/>

Sancho Caparrini Fernando. (n.d.). Clustering por K-medias. Retrieved January 30, 2019, from <http://www.cs.us.es/~fsancho/?e=43>

16. Anexos

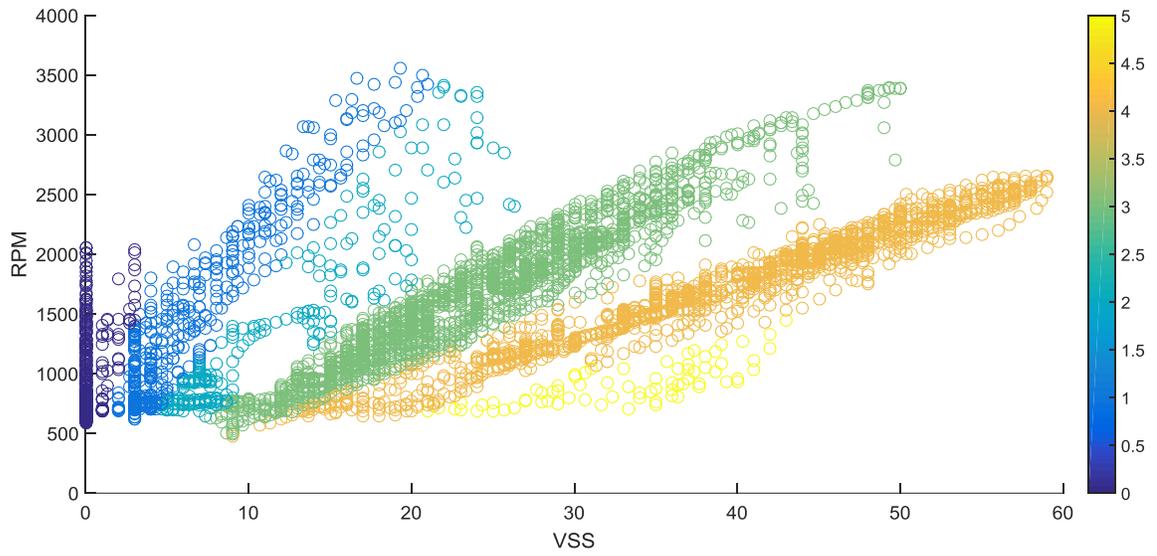


Figura A- 1. Clasificación del K-means.

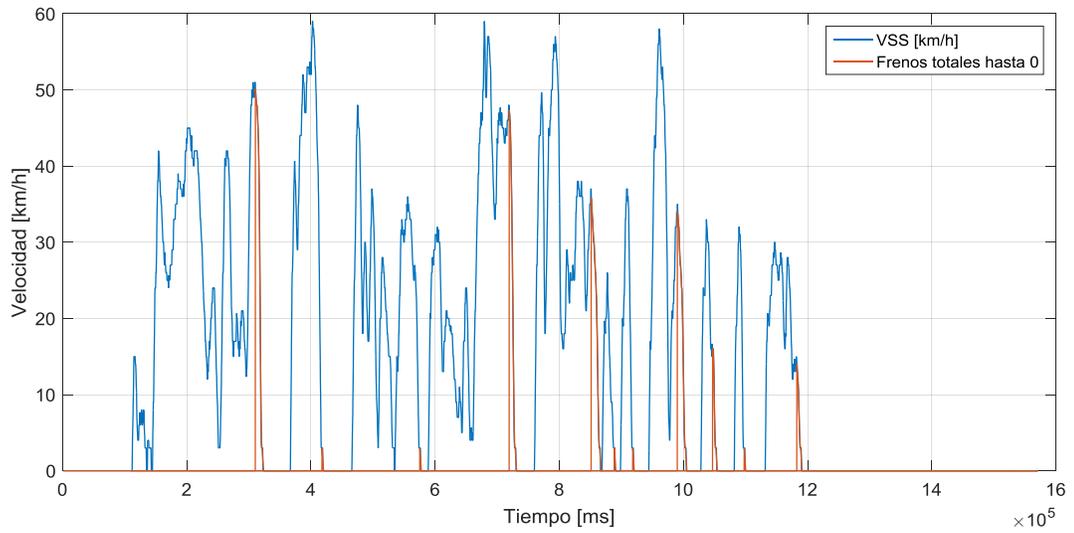


Figura A- 2. Frenos totales hasta 0.

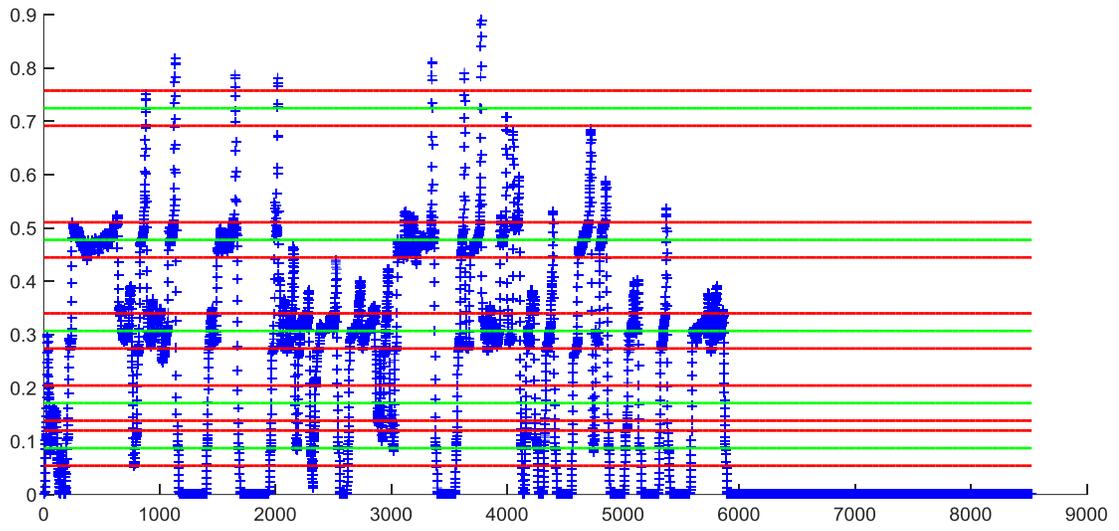


Figura A- 3. Desviación estándar con respecto a los cambios de marcha.

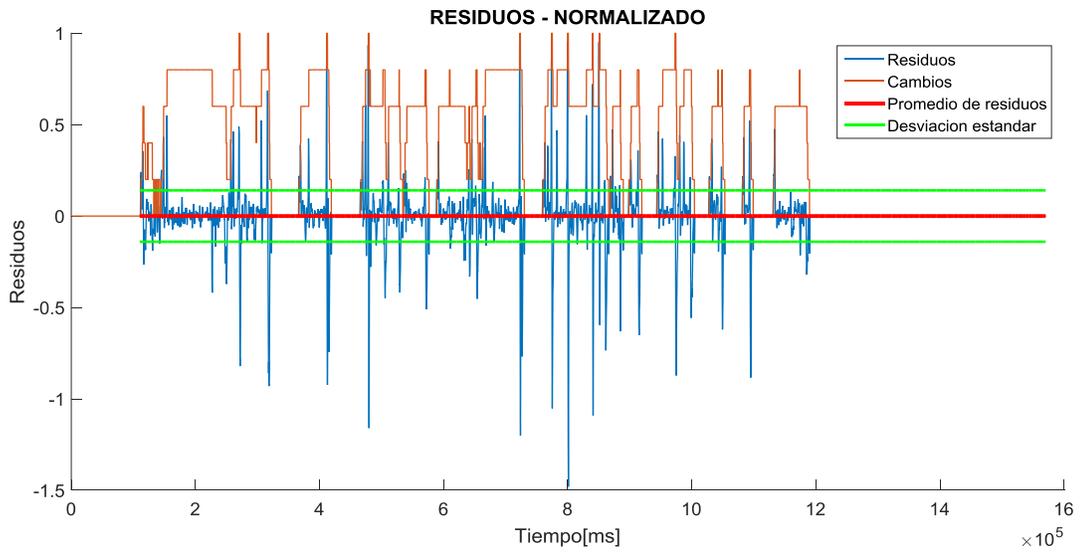


Figura A- 4. Grafica del Residuo vs la desviación estándar y el cambio de marchas.

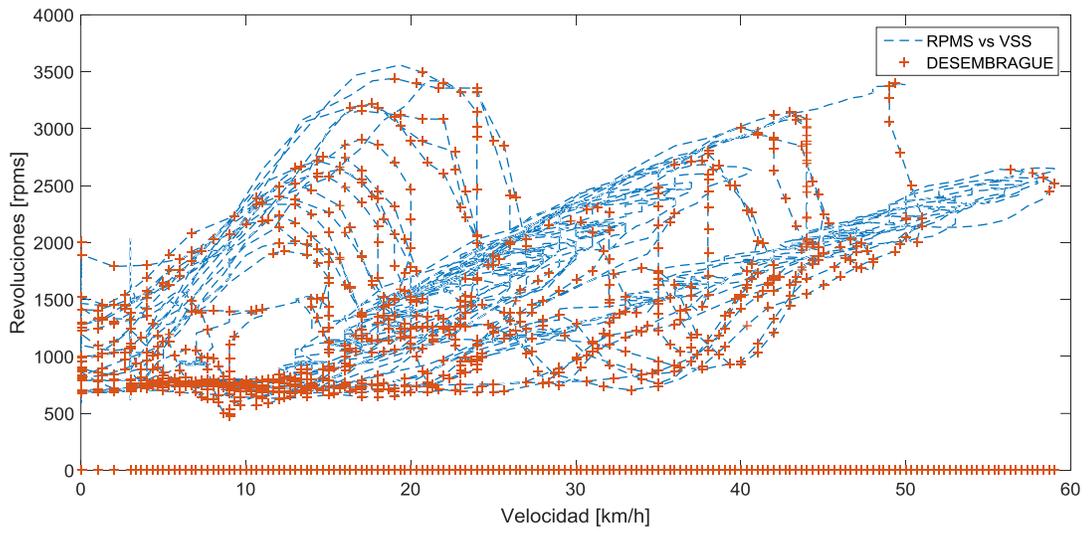


Figura A- 5. Embrague y desembrague en diagrama de velocidades.

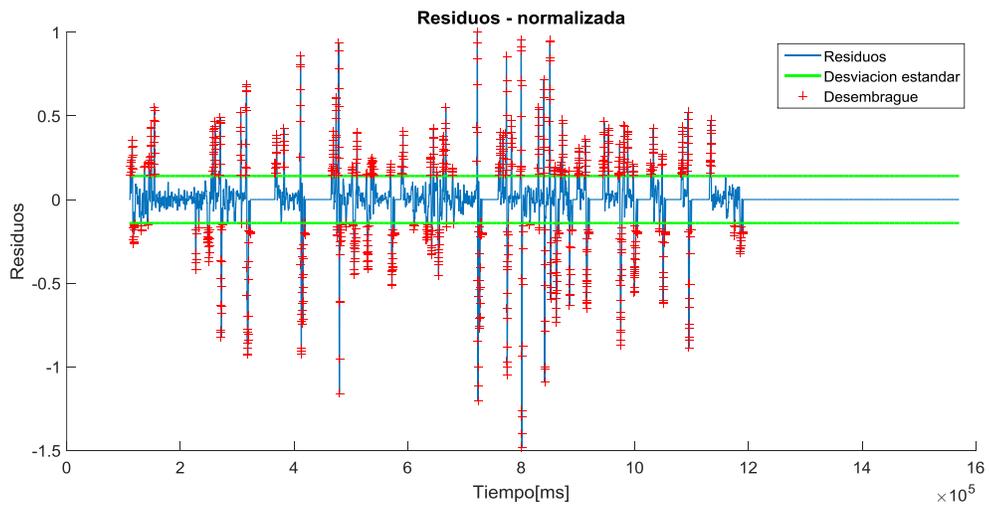


Figura A- 6. Embrague y desembrague en el vector de residuos.