



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**FACULTAD DE EDUCACIÓN CIENCIA Y TECNOLOGÍA**

**TEMA:**

“ELABORACIÓN DE UN MÓDULO DIDÁCTICO PARA LA ENSEÑANZA DEL FUNCIONAMIENTO DEL MOTOR TÉRMICO DE CICLO ATKINSON DEL VEHÍCULO TOYOTA PRIUS”.

Trabajo de grado previo a la obtención del Título de Ingenieros en la especialidad de Mantenimiento Automotriz.

**AUTORES:**

BENAVIDES CEVALLOS IGNACIO BAYARDO  
MURILLO JÁCOME CHRISTIAN WILFRIDO

**DIRECTOR:**

ING. EDGAR MENA

IBARRA, 2012

## **ACEPTACIÓN DEL DIRECTOR**

Luego de haber sido designado por el Honorable Consejo Directivo de la Facultad de Educación, Ciencia y Tecnología de la Universidad Técnica del Norte de la ciudad de Ibarra, he aceptado con satisfacción participar como director de la tesis del siguiente tema **“ELABORACIÓN DE UN MÓDULO DIDÁCTICO PARA LA ENSEÑANZA DEL FUNCIONAMIENTO DEL MOTOR TÉRMICO DE CICLO ATKINSON DEL VEHÍCULO TOYOTA PRIUS”**. Trabajo realizado por los señores egresados: **BENAVIDES CEVALLOS IGNACIO BAYARDO- MURILLO JÁCOME CHRISTIAN WILFRIDO**, previo a la obtención del Título de Ingenieros en la especialidad de Mantenimiento Automotriz.

A ser testigo presencial, y corresponsable directo del desarrollo del presente trabajo de investigación, que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sustentado públicamente ante el tribunal que sea designado oportunamente.

Esto es lo que puedo certificar por ser justo y legal.

**ING. EDGAR MENA**  
**DIRECTOR DE TESIS**

## DEDICATORIA

La concepción de este proyecto está dedicada a nuestros padres, pilares fundamentales en nuestras vidas. Sin ellos, jamás hubiésemos podido conseguir lo que hasta ahora. Su tenacidad y lucha insaciable han hecho de ellos el gran ejemplo a seguir y destacar. A ellos este proyecto, que sin ellos, no hubiese podido ser.

*Benavides Cevallos Ignacio*

*Murillo Jácome Christian.*

## **AGRADECIMIENTO**

A nuestros padres quienes a lo largo de nuestra vida nos han apoyado y motivado, creyendo en nosotros en todo momento, sin dudar de nuestras habilidades.

A nuestros profesores a quienes les debemos gran parte de nuestro conocimiento, gracias a su paciencia y enseñanza; y finalmente un eterno agradecimiento a esta prestigiosa Universidad, la cual abre sus puertas a jóvenes como nosotros, preparándonos para un futuro competitivo y formándonos como personas de bien.

*Benavides Cevallos Ignacio*

*Murillo Jácome Christian.*



## ÍNDICE

<b>CONTENIDO</b>	<b>PAG.</b>
CARÁTULA	I
ACEPTACIÓN DEL DIRECTOR	II
DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTO	IV
ÍNDICE	V
RESUMEN	XX
SUMMARY	XXI
INTRODUCCION	1

### CÁPITULO I

1. EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN	3
1.1 ANTECEDENTES	3
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	5
1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	6
1.4 DELIMITACIÓN	6
1.4.1 DELIMITACIÓN ESPACIAL	6
1.4.2 DELIMITACIÓN TEMPORAL	6
1.5 OBJETIVOS	7
1.5.1 OBJETIVO GENERAL	7
1.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	7
1.6 JUSTIFICACIÓN	7

### CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO	9
2.1. ESQUEMA DE CONTENIDOS	9
2.1.1 MOTOR TÉRMICO DE CICLO ATKINSON DEL VEHICULO TOYOTA PRIUS	10

2.1.1.1. CONTROL DE LA ECU DE HV	12
2.1.1.2. CONTROL DE LA ECU DEL MOTOR DE GASOLINA	15
2.1.1.3. VVT-i SINCRONIZACIÓN VARIABLE DE VÁLVULAS CON INTELIGENCIA	16
2.1.1.4. ETCS-i SISTEMA DE CONTROL ELECTRÓNICO DEL ACELERADOR CON INTELIGENCIA	23
2.1.1.5. ESA AVANCE DE CHISPA ELECTRÓNICO	27
2.1.1.6. SENSOR DEL REFRIGERANTE DEL MOTOR	27
2.1.1.7. SENSOR DE LA RELACIÓN AIRE COMBUSTIBLE	28
2.1.1.8. SENSOR DE POSICIÓN DEL ÁRBOL DE LEVAS	29
2.1.1.9. SENSOR DE POSICIÓN DEL CIGÜEÑAL	30
2.1.1.10. SENSOR DE OXÍGENO	31
2.1.1.11. SENSOR DE GOLPETEO	32
2.1.1.12. SENSOR DEL FLUJO DE LA MASA DE AIRE	33
2.1.1.13. SENSOR DE LA PRESIÓN ABSOLUTA DEL MÚLTIPLE DE ADMISIÓN	34
2.1.1.14. SENSOR DE TEMPERATURA DEL AIRE DE ADMISIÓN	34
2.1.1.15. SENSOR DE POSICIÓN DEL ACELERADOR	35
2.1.1.16. MÚLTIPLE DE ADMISIÓN	37
2.1.1.17. ENCENDIDO DIS	37
2.1.1.18. VÁLVULA EGR	39
2.1.1.19. VENTILACIÓN POSITIVA DEL CÁRTER	40
2.1.1.20. VÁLVULA DE CONMUTACIÓN DE VACÍO	41
2.1.2. MÓDULO DE ENSEÑANZA	42
2.1.2.1. MODELO DIDÁCTICO TECNOLÓGICO	43
2.1.3. FUNDAMENTACIÓN TECNOLÓGICA	45
2.1.4. FUNDAMENTACIÓN ECOLÓGICA	48
2.2. POSICIONAMIENTO TEÓRICO PERSONAL	49
2.3. GLOSARIO DE TÉRMINOS	50
2.4. INTERROGANTES DE INVESTIGACIÓN	54

2.5. MATRIZ CATEGORIAL	55
------------------------	----

### **CAPÍTULO III**

3. MARCO METODOLÓGICO	57
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	57
3.1.1. DOCUMENTAL	57
3.1.2. PRÁCTICA	57
3.2. MÉTODO	57
3.2.1. EMPÍRICOS	57
3.2.1.1. OBSERVACIÓN CIENTÍFICA	57
3.2.2. TEÓRICOS	58
3.2.2.1. CIENTÍFICO	58
3.2.2.2. ANALÍTICO – SINTÉTICO	58
3.2.2.3. INDUCTIVO – DEDUCTIVO	58

### **CAPÍTULO IV**

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	59
4.1. CONCLUSIONES	59
4.2. RECOMENDACIONES	60

### **CAPÍTULO V**

5.1. PROPUESTA ALTERNATIVA	61
5.2. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA	61
5.3. FUNDAMENTACIÓN TECNOLÓGICA	62
5.4. OBJETIVOS	65
5.4.1. OBJETIVO GENERAL	65

5.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	65
5.5. UBICACIÓN SECTORIAL Y FÍSICA	66
5.6. DESARROLLO DE LA PROPUESTA	66
5.6.1. MÓDULO DIDACTICO DEL FUNCIONAMIENTO DE LA GESTIÓN ELECTRÓNICA DEL MOTOR TÉRMICO DE CICLO ATKINSON DEL VEHICULO TOYOTA PRIUS 2010	66
5.6.1.1. SISTEMA DE ARRANQUE	66
5.6.1.2. VVT-i	69
5.6.1.2.1. DIAGRAMA DEL CABLEADO	69
5.6.1.2.2. INSPECCIÓN	70
5.6.1.2.3. AJUSTE DE LA SICRONIZACIÓN DE VÁLVULAS	71
5.6.1.2.4. FOTOS Y MEDIDAS REALIZADAS	73
5.6.1.3. ETCS-i	75
5.6.1.3.1. INSPECCIÓN DEL CUERPO DE ACELERACIÓN	75
5.6.1.3.2. FOTOS Y MEDIDAS REALIZADAS	76
5.6.1.4. SENSOR ECT	78
5.6.1.4.1. DIAGRAMA DE CABLEADO	78
5.6.1.4.2. INSPECCIÓN	78
5.6.1.4.3. PRUEBAS REALIZADAS	79
5.6.1.5. SENSOR DE RELACIÓN AIRE COMBUSTIBLE	81
5.6.1.5.1. FOTOS Y MEDIDAS REALIZADAS	83
5.6.1.6. SENSOR CMP	84
5.6.1.6.1. FOTOS Y MEDIDAS REALIZADAS	86
5.6.1.7. SENSOR CKP	87
5.6.1.7.1. INSPECCIÓN	89
5.6.1.7.2. FOTOS Y MEDIDAS REALIZADAS	89
5.6.1.8. SENSOR DE OXÍGENO	91
5.6.1.8.1. FOTOS Y MEDIDAS REALIZADAS	92
5.6.1.9. SENSOR KS	93
5.6.1.9.1. INSPECCIÓN	93
5.6.1.9.2. INSTALACIÓN	95

5.6.1.9.3. FOTOS Y MEDIDAS REALIZADAS	95
5.6.1.10. SENSOR MAF	97
5.6.1.10.1. DIGRAMA DE CABLEADO	99
5.6.1.10.2. FOTOS Y MEDIDAS REALIZADAS	99
5.6.1.11. SENSOR MAP	103
5.6.1.11.1. DIAGRAMA DEL CABLEADO	103
5.6.1.11.2. FOTOS Y MEDIDAS REALIZADAS	105
5.6.1.12. SENSOR IAT	109
5.6.1.12.1. DIAGRAMA DEL CABLEADO	109
5.6.1.12.2. INSPECCIÓN	110
5.6.1.12.3. FOTOS Y MEDIDAS REALIZADAS	111
5.6.1.13. SENSOR TPS	113
5.6.1.13.1. DIAGRAMA DEL CABLEADO	113
5.6.1.13.2. INSPECCIÓN	114
5.6.1.13.3. FOTOS Y MEDIDAS REALIZADAS	115
5.6.1.14. VÁLVULA EGR	116
5.6.1.14.1. INSPECCIÓN	116
5.6.1.14.2. FOTOS Y MEDIDAS REALIZADAS	117
5.6.1.15. VÁLVULA VSV	121
5.6.1.15.1. INSPECCIÓN	121
5.6.1.15.2. FOTOS Y MEDIDAS REALIZADAS	121
5.6.1.16. TERMINALES DEL ECM	122
5.6.1.16.1. FORMA DE ONDA DE LA IGNICIÓN	129
5.6.1.16.2. FORMA DE ONDA DE LA SEÑAL DEL SENSOR CKP Y CMP	131
5.6.1.16.3. FORMA DE ONDA DE LOS INYECTORES	131
5.6.1.16.4. FORMA DE ONDA DEL SENSOR AIRE COMBUSTIBLE	132
5.6.1.16.5. FORMA DE ONDA DEL SENSOR DE OXÍGENO	133
5.6.1.16.6. FORMA DE ONDA DEL SENSOR DE GOLPETEO	133
5.6.1.16.7. FORMA DE ONDA DE LA SEÑAL DEL	

POSITIVO DEL ACELERADOR	134
5.6.1.16.8. FORMA DE ONDA DE LA SEÑAL DEL NEGATIVO DEL ACELERADOR	135
5.6.1.16.9. FORMA DE ONDA DE LA VÁLVULA VSV	135
5.6.1.16.10. FORMA DE ONDA DE LA VÁLVULA VVT-i	136
5.6.1.16.11. FORMA DE ONDA DE LA SEÑAL CAN (ONDA 11)	137
5.6.1.16.12. FORMA DE ONDA DE LA SEÑAL CAN (ONDA 12)	137
5.6.1.16.13. FORMA DE ONDA DE LA SEÑAL DE LA BOMBA DE AGUA (ONDA 13)	138
5.6.1.16.14. FORMA DE ONDA DE LA SEÑAL DE LA BOMBA DE AGUA (ONDA 14)	139
5.6.1.16.15. FORMA DE ONDA DE LA SEÑAL DE LA VÁLVULA EGR (ONDA 15)	139
5.6.1.16.16. FORMA DE ONDA DE LA SEÑAL DE RÉGIMEN DEL ÁRBOL DE LEVAS DESDE EL ECM AL ECU Y AL INVERSOR (ONDA 16)	140
5.7. IMPACTOS	141
5.7.1. IMPACTO SOCIAL	141
5.7.2. IMPACTO EDUCATIVO	141
5.7.3. IMPACTO ETICO	141
5.8. DIFUSIÓN	142
5.9. BIBLIOGRAFIA	142
ANEXOS	

### **ÍNDICE DE FIGURAS**

FIG.1 DIAGRAMA DE CICLO ATKINSON, OTTO	10
FIG.2 COMPONENTES DEL MOTOR DE TERCERA GENERACIÓN	11
FIG.3. DIAGRAMA DE LA ECU DE HV	13
FIG.4. DIAGRAMA DEL SISTEMA DE LA ECU	14

FIG.5. DIAGRAMA DEL SISTEMA DE LA ECU DEL MOTOR DE GASOLINA	16
FIG.6. DIAGRAMA DE DISTRIBUCIÓN VVT-i	17
FIG.7. FUNCIONAMIENTO DEL VVT-i	19
FIG.8. FUNCIONAMIENTO DEL VVT-i	20
FIG.9. APERTURA Y CIERRE DE VALVULAS VVT-i	21
FIG.10. ESQUEMA DEL VVT-i	22
FIG.11. SENSORES Y ACTUADORES DEL VVT-i	22
FIG.12. DIAGRAMA DEL SISTEMA ETCS-i	23
FIG.13. COMPONENTES DEL ETCS-i	24
FIG.14. ESQUEMA DEL ETCS-i	25
FIG.15. ESQUEMA DEL ETCS-i	26
FIG.16. ESQUEMA DEL ETCS-i	26
FIG.17. UBICACIÓN DEL SENSOR ECT	27
FIG.18. UBICACIÓN DEL SENSOR AIRE COMBUSTIBLE	28
FIG.19. UBICACIÓN DEL SENSOR CMP	29
FIG.20. UBICACIÓN DEL SENSOR CKP	30
FIG.21. UBICACIÓN DEL SENSOR DE OXIGENO	31
FIG.22. UBICACIÓN DEL SENSOR KS	32
FIG.23. UBICACIÓN DEL SENSOR MAF	33
FIG.24. UBICACIÓN DEL SENSOR MAP	34
FIG.25. UBICACIÓN DE SENSOR IAT	34
FIG.26. UBICACIÓN DE SENSOR TPS	35
FIG.27. DIAGRAMA DEL SENSOR TPS	36
FIG.28. ESQUEMA DE ENCENDIDO DIS	38

FIG.29. UBICACIÓN DE LA VÁLVULA EGR	39
FIG.30. VÁLVULA PCV	40
FIG.31. VÁLVULA VSV	41
FIG.32. SENSORES Y ACTUADORES DEL THS-III	64
FIG.33. COMPONENTES DEL THS-III	65
FIG.34. ESQUEMA DEL TREN EPICICLOIDAL	67
FIG.35. CONJUNTO SISTEMA PLANETARIO	67
FIG.36. CORTE TRANSVERSAL DEL CONJUNTO HIBRIDO	68
FIG.37. DIAGRAMA DEL CABLEADO DEL SISTEMA VVT-i	69
FIG.38. VÁLVULA VVT-i	70
FIG.39. MEDICIÓN VÁLVULA VVT-I	71
FIG.40. SINCRONIZACIÓN DE VÁLVULAS	72
FIG.41. UBICACIÓN DE LA VÁLVULA VVT-i	73
FIG.42. RESISTENCIA MEDIDA DEL VVT-i	74
FIG.43. ESQUEMA DEL CUERPO DE ACELERACIÓN	75
FIG.44. SOCKET DEL CUERPO DE ACELERACIÓN	76
FIG.45. CUERPO DE ACELERACIÓN	76
FIG.46. COMPROBANDO LA RESISTENCIA DEL CUERPO DE ACELERACIÓN	77
FIG.47. RESISTENCIA MEDIDA CUERPO DE ACELERACIÓN	77
FIG.48. DIAGRAMA DEL CABLEADO SENSOR ECT	78
FIG.49. SOCKET DEL SENSOR ECT Y DEL ECM	78
FIG.50. GRÁFICA DE LA TEMPERATURA DEL REFRIGERANTE	79
FIG.51. TOMA DE MEDIDAS ECT MODO MANTENIMIENTO	80
FIG.52. SENSOR ECT	80



FIG.53. SOCKET DEL SENSOR AIRE COMBUSTIBLE	81
FIG.54. SOCKET DEL SENSOR Y DEL ECM	82
FIG.55. SENSOR RELACION AIRE COMBUSTIBLE	83
FIG.56. RESISTENCIA MEDIDA AIRE COMBUSTIBLE	84
FIG.57. SENSOR CMP	84
FIG.58. SOCKET SENSOR CMP	85
FIG.59. SOCKET DEL SENSOR CMP Y DEL ECM	85
FIG.60. SENSOR CMP	86
FIG.61. RESISTENCIA MEDIDA SENSOR CMP	87
FIG.62. SOCKET DEL SENSOR CKP	87
FIG.63. SOCKET DEL SENSOR CKP Y DEL ECM	88
FIG.64. SENSOR CKP	89
FIG.65. SENSOR CKP	89
FIG.66. SENSOR CKP	90
FIG.67. RESISTENCIA MEDIDA SENSOR CKP	90
FIG.68. SOCKET DEL SENSOR DE OXIGENO	91
FIG.69. SOCKET DEL SENSOR DE OXIGENO Y DEL ECM	91
FIG.70. SENSOR DE OXÍGENO	92
FIG.71. RESISTENCIA MEDIDA SENSOR O2	93
FIG.72. SENSOR DE OXÍGENO	93
FIG.73. SOCKET DEL SENSOR O2 Y DEL ECM	94
FIG.74. POSICIÓN CORRECTA DEL SENSOR KS	95
FIG.75. SENSOR KS	95
FIG.76. SENSOR KS	96
FIG.77. RESISTENCIA MEDIDA SENSOR KS	96

FIG.78. VISTA DE LAS RESISTENCIAS DEL SENSOR MAF	97
FIG.79. SOCKET DEL SENSOR MAF Y DEL ECM	98
FIG.80. DIAGRAMA DEL CABLEADO SENSOR MAF	99
FIG.81. VALORES DEL SENSOR MAF	99
FIG.82. VALORES CON EL VEHÍCULO CARGANDO BATERIA	100
FIG.83. GRÁFICA CON VALORES DE UNA ACELERACIÓN FUERTE MAF	100
FIG.84. GRÁFICA SENSOR MAF	101
FIG.85. VISTA DEL SENSOR MAF	102
FIG. 86. VISTA DEL SENSOR MAF DENTRO DEL MÚLTIPLE	102
FIG.87. RESISTENCIA MEDIDA SENSOR MAF	103
FIG.88. DIAGRAMA DEL CABLEADO SENSOR MAP	103
FIG.89. SOCKET DEL SENSOR MAP Y DEL ECM	104
FIG.90. GRÁFICA Y VALORES CON EL VEHÍCULO CARGANDO SENSOR MAP	105
FIG.91. GRÁFICA Y VALORES A PLENA CARGA SENSOR MAP	106
FIG.92. SENSOR MAP MODO MANTENIMIENTO	107
FIG.93. VISTA DEL SENSOR MAP UBICADO EN EL CUERPO DE ACELERACIÓN	108
FIG.94. SENSOR MAP	108
FIG.95. RESISTENCIA MEDIDA SENSOR MAP	109
FIG.96. DIAGRAMA DEL CABLEADO SENSOR IAT DENTRO DEL MAF	109
FIG.97. SOCKET DEL SENSOR IAT Y DEL ECM	110
FIG.98. GRÁFICA Y VALORES SENSOR IAT CON EL	

VEHÍCULO CARGANDO Y ANDANDO	111
FIG.99. GRÁFICA Y VALORES SENSOR IAT CON EL VEHÍCULO A PLENA CARGA	112
FIG.100. SENSOR MAF EN EL CUÁL SE UBICA SENSOR IAT	113
FIG.101. DIAGRAMA DEL CABLEADO SENSOR TPS	113
FIG.102. SOCKET DEL SENSOR TPS Y DEL ECM	114
FIG.103. VISTA DEL CUERPO DE ACELERACIÓN	115
FIG.104. VÁLVULA EGR	116
FIG.105. SOCKET DE LA VÁLVULA EGR	116
FIG.106. GRÁFICA DE LA VÁLVULA EGR CON EL VEHÍCULO DETENIDO Y CON CARGA SUFICIENTE	117
FIG.107. VÁLVULA EGR MODO MANTENIMIENTO	118
FIG.108. SISTEMA EVAP PURGE	118
FIG.109. VALORES A PLENA CARGA EVAP	119
FIG.110. VÁLVULA EGR	119
FIG.111. MIDIENDO RESISTENCIA VÁLVULA EGR	120
FIG.112. RESISTENCIA MEDIDA VÁLVULA EGR	120
FIG.113. VÁLVULA DE VACÍO	121
FIG.114. VÁLVULA DE VACÍO	121
FIG.115. RESISTENCIA MEDIDA VALVULA VSV	122
FIG.116. TERMINALES DEL ECM	122
FIG.117. FORMA DE ONDA DE LA IGNICIÓN	130
FIG.118. FORMA DE ONDA DEL CKP Y CMP	131
FIG.119. FORMA DE ONDA DE LOS INYECTORES	131
FIG.120. FORMA DE ONDA DEL SENSOR AIRE COMBUSTIBLE	132

FIG.121. FORMA DE ONDA DEL SENSOR DE OXÍGENO	133
FIG.122. FORMA DE ONDA DEL SENSOR KS	133
FIG.123. FORMA DE ONDA DEL ACTUADOR DEL ACELERADOR POSITIVO	134
FIG.124. FORMA DE ONDA DEL ACTUADOR DEL ACELERADOR NEGATIVO	135
FIG.125. FORMA DE ONDA DE LA PURGA VSV	135
FIG.126. FORMA DE ONDA DE LA VÁLVULA VVT-i	136
FIG.127. FORMA DE ONDA DE ONDA CAN	137
FIG.128. FORMA DE ONDA DE ONDA CAN	137
FIG.129. FORMA DE ONDA DE SEÑAL DE BOMBA AGUA	138
FIG.130. FORMA DE ONDA DE SEÑAL DE BOMBA AGUA	139
FIG.131. FORMA DE ONDA DE LA VÁLVULA EGR	139
FIG.132. FORMA DE ONDA DEL RÉGIMEN DEL ÁRBOL DE LEVAS DESDE EL ECM AL CONTROL DE LA ECU Y AL INVERSOR	140

### **INDICE DE TABLAS**

Tabla.1. RESISTENCIA ESTÁNDAR VVT-i	70
Tabla.2. RESISTENCIA ESTÁNDAR VVT-i (CORTO)	70
Tabla.3. RESISTENCIA VVT-i	71
Tabla.4. INSPECCIÓN ETCS-i	75
Tabla.5. RESISTENCIA CUERPO ACCELERACIÓN	76
Tabla.6. RESISTENCIA ESTÁNDAR SENSOR ECT (ABIERTO)	79

Tabla.7. RESISTENCIA ESTÁNDAR SENSOR ECT (CORTO)	79
Tabla.8. RESISTENCIA SENSOR AIRE COMBUSTIBLE	81
Tabla.9. VOLTAJE SENSOR AIRE COMBUSTIBLE	82
Tabla.10. RESISTENCIA ESTÁNDAR SENSOR A / C (ABIERTO)	82
Tabla.11. RESISTENCIA ESTÁNDAR SENSOR A / C (CORTO)	83
Tabla.12. VOLTAJE ESTÁNDAR SENSOR CMP	85
Tabla.13. RESISTENCIA ESTÁNDAR SENSOR CMP (ABIERTO)	86
Tabla.14. RESISTENCIA ESTÁNDAR SENSOR CMP (CORTO)	86
Tabla.15. RESISTENCIA ESTÁNDAR SENSOR CKP	87
Tabla.16. RESISTENCIA ESTÁNDAR SENSOR CKP (ABIERTO)	88
Tabla.17. RESISTENCIA ESTÁNDAR SENSOR CMP (CORTO)	88
Tabla.18. RESISTENCIA SENSOR CKP	89
Tabla.19. RESISTENCIA SENSOR O2	91
Tabla.20. RESISTENCIA ESTÁNDAR SENSOR O2 (ABIERTO)	92
Tabla.21. RESISTENCIA ESTÁNDAR SENSOR O2 (CORTO)	92
Tabla.22. RESISTENCIA SENSOR KS	94
Tabla.23. RESISTENCIA ESTÁNDAR SENSOR KS (ABIERTO)	94
Tabla.24. RESISTENCIA ESTÁNDAR SENSOR KS (CORTO)	94
Tabla.25. CONDICIONES ESTÁNDAR SENSOR MAF	97
Tabla.26. RESISTENCIA SENSOR MAF	97
Tabla.27. RESISTENCIA ESTÁNDAR SENSOR MAF (ABIERTO)	98
Tabla.28. RESISTENCIA ESTÁNDAR SENSOR MAF (CORTO)	98
Tabla.29. VOLTAJE SENSOR MAP	104
Tabla.30. RESISTENCIA ESTÁNDAR SENSOR MAP (ABIERTO)	104
Tabla.31. RESISTENCIA ESTÁNDAR SENSOR MAP (CORTO)	105

Tabla.32. RESISTENCIA ESTÁNDAR SENSOR IAT (ABIERTO)	110
Tabla.33. RESISTENCIA ESTÁNDAR SENSOR IAT (CORTO)	110
Tabla.34. RESISTENCIA ESTÁNDAR SENSOR TPS (ABIERTO)	114
Tabla.35. RESISTENCIA ESTÁNDAR SENSOR TPS (CORTO)	114
Tabla.36. VOLTAJE ESTÁNDAR TPS	115
Tabla.37. RESISTENCIA ESTÁNDAR EGR	117
Tabla.38. RESISTENCIA VÁLVULA VSV	121
Tabla.39. TERMINALES DEL ECM	122
Tabla.40. PARÁMETROS DE LA ONDA DE LA IGNICIÓN	130
Tabla.41. PARÁMETROS DE LA ONDA DEL CKP Y CMP	131
Tabla.42. PARÁMETROS DE LA ONDA DE LOS INYECTORES	132
Tabla.43. PARÁMETROS DE LA ONDA SENSOR AIRE COMBUSTIBLE	132
Tabla.44. PARÁMETROS DE LA ONDA SENSOR OXÍGENO	133
Tabla.45. PARÁMETROS DE LA ONDA SENSOR GOLPETEO	134
Tabla.46. PARÁMETROS DE LA ONDA ACTUADOR DEL ACELERADOR	134
Tabla.47. PARÁMETROS DE LA ONDA ACTUADOR DEL ACELERADOR	135
Tabla.48. PARÁMETROS DE LA ONDA PURGA VSV	136
Tabla.49. PARÁMETROS DE LA ONDA VÁLVULA VVT-i	136
Tabla.50. PARÁMETROS DE LA ONDA SEÑAL CAN	137
Tabla.51. PARÁMETROS DE LA ONDA SEÑAL CAN	138
Tabla.52. PARÁMETROS DE LA ONDA SEÑAL BOMBA AGUA	138
Tabla.53. PARÁMETROS DE LA ONDA SEÑAL BOMBA AGUA	139

Tabla.54. PARÁMETROS DE LA ONDA SEÑAL VÁLVULA EGR	140
Tabla.55. PARÁMETROS DE LA ONDA SEÑAL DE RÉGIMEN DEL ÁRBOL DE LEVAS DESDE EL ECM AL CONTROL DE PODER ECU Y AL INVERSOR	140

## RESUMEN

La presente propuesta de investigación conlleva a la implementación de un módulo didáctico para la enseñanza del funcionamiento de un motor térmico de ciclo Atkinson del vehículo Toyota Prius en el taller de la carrera de mecánica automotriz de la Facultad de Educación Ciencia y Tecnología de la Universidad Técnica del Norte. El objeto de la investigación constituye complementar el proceso de enseñanza-aprendizaje en la carrera de mantenimiento automotriz. El diseño metodológico que se escogió es una investigación documental y práctica, métodos empíricos y teóricos. El módulo didáctico del motor térmico de ciclo Atkinson conllevará al entendimiento de aprovechar las ventajas que supone una alta relación de compresión, reduciendo la duración efectiva de la carrera de compresión con respecto a la de expansión del tradicional ciclo Otto. La forma más viable y sencilla de conseguir lo mencionado es retrasar el cierre de la válvula de admisión, permitiendo un cierto reflujo de gases hacia el colector de admisión mientras el pistón asciende, esa mezcla se aprovecha en el siguiente ciclo de aspiración. El cierre de la válvula determina la cantidad de gases que permanecen en el interior del cilindro y el comienzo de la compresión, la menor cantidad de mezcla retenida se traduce en unas menores prestaciones, pero autoriza a usar relaciones de compresión altas, sin que se produzca detonación, lo que permite un mayor aprovechamiento de la energía liberada en la combustión durante la carrera de expansión. La implementación del módulo didáctico tiene como objetivo visualizar todos sus componentes, permitiendo manipularlos para realizar comprobaciones de funcionamiento, cuya intención es motivar al aprendizaje del motor de ciclo Atkinson y alcanzar mejores resultados en el conocimiento, de esta manera ser más competitivos profesionalmente y obteniendo más valoración de esta rama del saber, aportando al mejoramiento de la educación universitaria, complementando el taller de la carrera de mantenimiento automotriz de la Institución.



## SUMMARY

The proposed present of investigation bears to the implementation of a didactic module for the teaching of a thermal motor of cycle Atkinson of the vehicle Toyota Prius in the shop of the career of maintenance mechanics of the Ability of Education Science and Technology of the Universidad Técnicadel Norte. The object of the investigation constitutes to supplement the teaching-learning process in the career of mechanics maintenance. The methodological design that was chosen is a documental and practical investigation, empiric and theoretical methods. The didactic module of the thermal motor of cycle Atkinson will bear to the understanding of taking advantage of the advantages that it supposes a high compression relationship, reducing the effective duration of the compression career with regard to that of expansion of the traditional cycle Otto. The viable and simple form of getting that mentioned is to retard the closing of the admission valve, allowing a certain reflux of gases toward the admission collector while the piston ascends, that mixture takes advantage in the following aspiration cycle. The closing of the valve determines the quantity of gases that remain inside the cylinder and the beginning of the compression, the smallest quantity in retained mixture it is translated in some smaller benefits, but it authorizes to use high compression relationships, without detonation takes place, what allows a bigger use of the energy liberated in the combustion during the expansion career. The implementation of the didactic module has as objective to visualize all its components, allowing to manipulate them to carry out confirmations of operation whose intention is to motivate to the learning of the cycle motor Atkinson and to reach better results in the knowledge, this way to be more competitive professionally and obtaining more valuation of this branch of the knowledge, contributing to the improvement of the university education, supplementing the shop of the career of mechanic maintenance of the Institution.

## INTRODUCCIÓN

El tema de investigación presentado en este informe: Modulo didáctico para la enseñanza del funcionamiento del motor térmico de ciclo Atkinson del vehículo Toyota Prius, fomentará al desarrollo Teórico-práctico de los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz, permitiendo cumplir de esta forma con los objetivos trazados por la Universidad. La Integración Tecnológica, está estructurada de acuerdo con las especificaciones dispuestas por la Facultad de Educación Ciencia y Tecnología “FECYT”, de la Universidad Técnica del Norte, por capítulos.

El informe final describe el proceso cumplido que inicia en el capítulo uno con el marco contextual del problema, las generalidades, objetivos y justificación.

El segundo capítulo corresponde al marco teórico que permite aclarar y presentar el contenido científico, partes, especificaciones técnicas de los componentes electrónicos del motor térmico de ciclo Atkinson del vehículo Toyota Prius de tercera generación.

El tercer capítulo narra la metodología aplicada durante la ejecución de la investigación.

En el cuarto capítulo se encuentran las conclusiones y recomendaciones obtenidas al realizar y evaluar esta investigación.

En el quinto capítulo se desarrolla la propuesta alternativa: Elaboración de un módulo didáctico para la enseñanza del funcionamiento de la gestión electrónica del motor térmico de ciclo Atkinson, del vehículo Toyota Prius, el cual complementa la enseñanza teórico-práctica presentada en el Capítulo dos.

## **CAPITULO I**

### **1. EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **1.1.- Antecedentes**

La Toyota Motor Corporation fue fundada en septiembre 23 de 1933 cuando ToyodaAutomaticLoom creó una nueva división dedicada a la producción de automóviles bajo la dirección del hijo del fundador, KiichiroToyoda. Poco después, la división produjo su primer motor tipo A en 1934, que fue usada en el primer modelo A1 en mayo de 1935 y el camión G1 en agosto de 1935. La producción del modelo AA comenzó en 1936.

La producción de automóviles comerciales comenzó en 1947 con el modelo SA. En 1950 una empresa de ventas separada Toyota Motor Sales Co. fue creada (que duró hasta julio de 1982). En abril de 1956 la cadena comerciante Toyopet fue establecida. El siguiente año, el Toyota Crown se convirtió en el primer automóvil japonés exportado a los Estados Unidos y las divisiones de Toyota estadounidenses (Toyota Motor Sales Inc.) y brasileñas (Toyota do Brazil S.A.) fueron establecidas.

El Prius fue lanzado en el mercado japonés en 1997 y fue el primer vehículo híbrido producido en serie. En 2001 fue lanzado en otros mercados a nivel mundial. En 2009 el Toyota Prius se vende en más de 40 países, con Japón y América del Norte representando los mayores mercados. En agosto de 2009, los modelos híbridos fabricados por Toyota Motor Corporation a nivel mundial superaron la marca histórica de 2 millones de vehículos

Vendidos desde 1997, de los cuales 1,4 millones son Toyota Prius. Estados Unidos es el principal mercado del Prius, donde habían sido 814.173 Toyota Prius hasta diciembre de 2009.

La Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz de la Universidad Técnica del Norte ha invertido en material didáctico, realizado investigaciones con la participación de los estudiantes de dicha carrera, sobre todo con los próximos a obtener el título, fomentando de esta forma conocimientos o habilidades teórico-prácticas imprescindibles para desenvolverse con profesionalidad en cualquier plaza de trabajo afín a esta carrera.

La cooperación y coordinación de las Autoridades, los Docentes, y los estudiantes en lo que ha investigación se refiere, es lo que ha permitido fomentar el conocimiento, la habilidad en la práctica, el criterio a la hora de tomar decisiones, conllevando estas situaciones, a la formación de profesionales competitivos.

La carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz posee el espacio físico necesario, al igual que el material didáctico e información esencial, mas no este tipo de tecnología. Cabe mencionar que la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz, al igual que otras carreras emplea información obtenida por medio de: Manuales técnicos otorgados por el fabricante, por medio del internet, bibliografías netamente técnicas, dicha información obtenida, permite ampliar los conocimientos y despejar inquietudes que los estudiantes presentan.

## **1.2.- Planteamiento del problema**

La carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz, posee material didáctico indispensable para fomentar el conocimiento de esta carrera, mas dicho material no está a la par con el avance tecnológico automotriz de la última década, el cual no fomentará al conocimiento teórico- práctico de las generaciones venideras de futuros Ingenieros en Mantenimiento Automotriz de la Institución.

En la carrera de Mantenimiento automotriz existe poco conocimiento en lo que a motores de ciclo Atkinson se refiere por tal motivo es necesario adquirir conocimientos de tipo técnico y practico en una forma didáctica y fácil de asimilar.

Es primordial reiterar que el nuevo proyecto de motor térmico de Ciclo Atkinson del vehículo Toyota Prius, será una salida a la educación de calidad siendo esta una herramienta útil para contribuir al desarrollo de conocimientos tecnológicos y científicos de los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz.

Es esencial que la carrera de mantenimiento automotriz conste de este tipo de motores y mucho mejor si es en un modelo didáctico para poder realizar el estudio y el análisis de este tipo de motor.

En resumen, la implementación de esta tecnología en los talleres de nuestra carrera, permitirá tanto a los Docentes como a los estudiantes conocer, investigar y por ende ampliar los conocimientos a través de la teoría y la práctica.

### **1.3.- Formulación del problema**

¿Cómo elaborar un módulo didáctico para la enseñanza del funcionamiento del motor térmico de ciclo Atkinson del Toyota Prius?

### **1.4.- Delimitación**

#### **1.4.1.- Unidades de observación**

1.4.1.1.- Escuela de Educación Técnica, Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz

1.4.1.2.- Características de los motores de Ciclo OTTO (autos convencionales)

1.4.1.3.- Características de los motores de Ciclo ATKINSON

1.4.1.4.- Ventajas – Desventajas de los motores de ciclo ATKINSON

#### **1.4.2.- Espacial**

Se desarrollará en los Talleres de la especialidad de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz, FECYT.

#### **1.4.3.- Temporal**

El Proyecto se lo desarrollará durante el periodo comprendido del mes de Abril del 2011 al mes de Enero del 2012, donde se pondrá en consideración al consejo directivo para su previa aceptación y defensa ante el jurado.

## **1.5.- Objetivos**

### **1.5.1.- General**

SE ELABORÓ UN MÓDULO DIDÁCTICO PARA LA ENSEÑANZA DEL FUNCIONAMIENTO DEL MOTOR TÉRMICO DE CICLO ATKINSON, DEL VEHICULO TOYOTA PRIUS.

### **1.5.2.- Específicos**

- Se investigó el funcionamiento, las características, los componentes y los planes de mantenimiento del motor térmico de ciclo Atkinson del vehículo Toyota Prius del 2010.
- Se consiguió el motor de ciclo Atkinson del Toyota Prius para que sirva como modelo didáctico real.
- Se desarrolló una guía para facilitar el reconocimiento de sistemas y componentes del motor de ciclo Atkinson.

## **1.6.- Justificación**

Corresponde al estudiante cumplir con un requisito académico, lo que requiere la presentación de un tema de investigación, un anteproyecto de tesis y para el caso de análisis, elaborar un módulo didáctico para la enseñanza del funcionamiento del Motor Térmico de Ciclo Atkinson del vehículo Toyota Prius, contribuyendo así con el adelanto de la Universidad y por ende del País. Asumir el desarrollo de una investigación significa, fortalecer y sintetizar la labor educativa recibida en el aula universitaria y constituirse en un ente capaz de proponer soluciones.



## **Tecnológica**

La tecnología al servicio del hombre y en el caso particular de análisis, el implementar un módulo didáctico para la enseñanza del funcionamiento del motor Térmico de Ciclo Atkinson del vehículo Toyota Prius, al taller de la carrera en referencia, es de vital importancia, ya que permitiría a los estudiantes de nuestra carrera estar en contacto con lo último en lo que los desarrollos tecnológicos automotrices se refiere, dicho motor, el cual equipa al Toyota Prius de última generación, es el resultado de varias décadas de intenso estudio, con lo cual se ha logrado bajar las emisiones de gases contaminantes casi en un 60% respecto a modelos del mismo segmento, al igual que el consumo de combustible, y por supuesto, las prestaciones de este vehículo están por encima de la competencia directa.

## CAPITULO II

### 2.- MARCO TEÓRICO

#### 2.1.- ESQUEMA DE CONTENIDOS

##### 2.1.1.- MOTOR TÉRMICO DE CICLO ATKINSON DEL VEHÍCULO TOYOTA PRIUS

**“El motor térmico funciona según el llamado "ciclo Atkinson", ideado por el ingeniero inglés James Atkinson (1887), y que se diferencia ligeramente del tradicional motor de "ciclo Otto" de cuatro tiempos. Bien es sabido que el rendimiento termodinámico de cualquier motor de combustión interna se ve favorecido por un alto valor de la relación de compresión, que a su vez tiene el inconveniente de la tendencia que posee la gasolina a producir detonación para altas relaciones de compresión”.<sup>1</sup>**

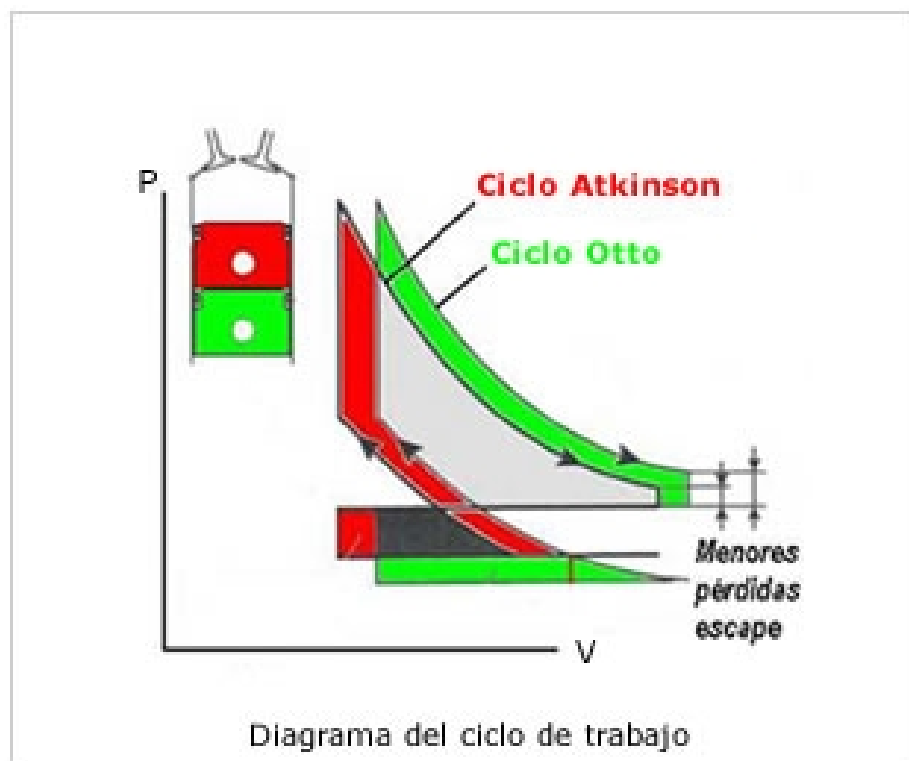
El ciclo Atkinson trata de aprovechar las ventajas que supone una alta relación de compresión reduciendo la duración efectiva de la carrera de compresión con respecto a la de expansión del tradicional ciclo Otto. La forma más viable y sencilla de conseguir esto es retrasar el cierre de la válvula de admisión, permitiendo un cierto reflujo de gases hacia el colector de admisión mientras el pistón asciende. Esa mezcla se aprovecha en el siguiente ciclo de aspiración.

---

<sup>1</sup>[www.mecanicavirtual.com](http://www.mecanicavirtual.com), 2010.

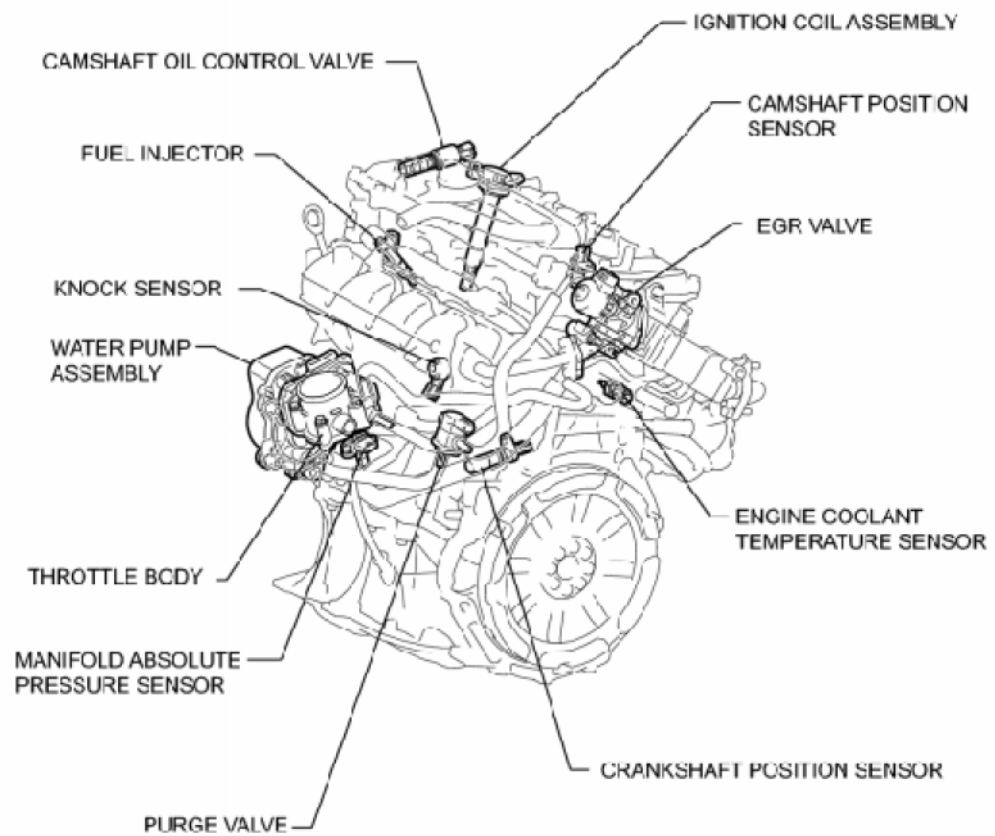
El cierre de la válvula determina la cantidad de gases que permanecen en el interior del cilindro y el comienzo de la compresión. La menor cantidad de mezcla retenida se traduce en unas menores prestaciones, pero autoriza a usar relaciones de compresión altas (13:1 en el Toyota Prius) sin que se produzca detonación, lo que permite un mayor aprovechamiento de la energía liberada en la combustión durante la carrera de expansión. Este ciclo ha sido en ocasiones denominado como «de cinco tiempos»: admisión, reflujo de gases, compresión, expansión y escape.

Fig.1. Diagrama del ciclo de trabajo Atkinson, Otto



Fuente: [www.mecanicavirtual.com](http://www.mecanicavirtual.com), 2010.

Fig. 2. Componentes (Sensores y Actuadores) del Motor 1,8 L del Toyota Prius 2010.



P

Fuente: Manual Toyota Prius 2010.

### 2.1.1.1.- Control de la ECU de HV

La ECU de HV detecta la cantidad de esfuerzo aplicado al pedal del acelerador de acuerdo con las señales procedentes del sensor de la posición del acelerador. La ECU de HV recibe las señales de la velocidad del vehículo desde el sensor de velocidad (separador) de MG1 y MG2, y detecta la señal de la posición de cambios procedente del sensor de la posición de cambios. La ECU de HV detecta las condiciones de marcha del vehículo de acuerdo con estas piezas de información, y controla óptimamente las fuerzas motrices de MG1 y MG2, y del motor de gasolina. Adicionalmente, la ECU de HV controla óptimamente la salida y el par de estas fuerzas motrices para conseguir un bajo consumo de combustible y unas emisiones de escape más limpias.<sup>2</sup>

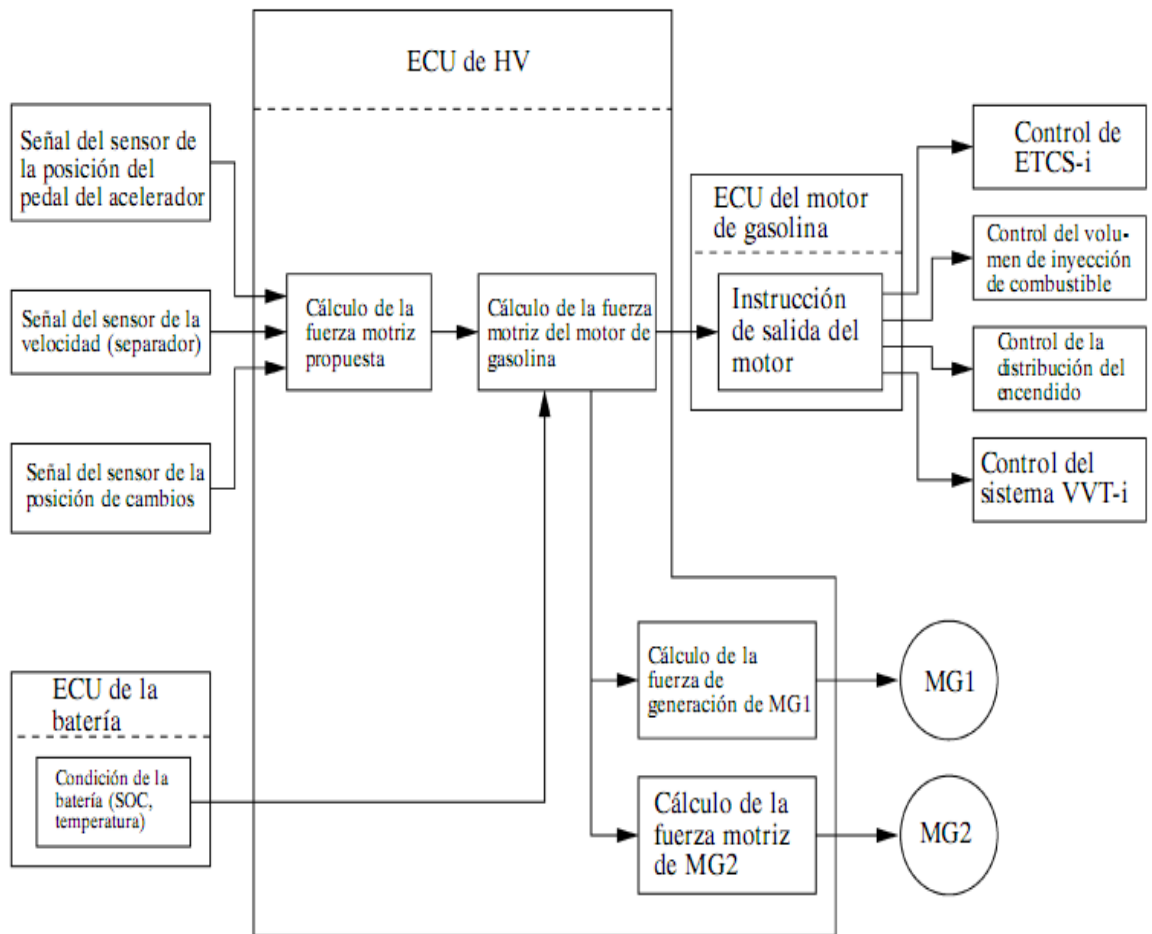
#### ► Flujo del cálculo de las fuerzas motrices ◀

$$(Fuerza motriz propuesta) - (Fuerza motriz del motor de gasolina) = (Fuerza motriz de MG2)$$

---

<sup>2</sup>[www.manualesdetaller.com](http://www.manualesdetaller.com), 2010.

Fig.3. Diagrama de la ECU de HV

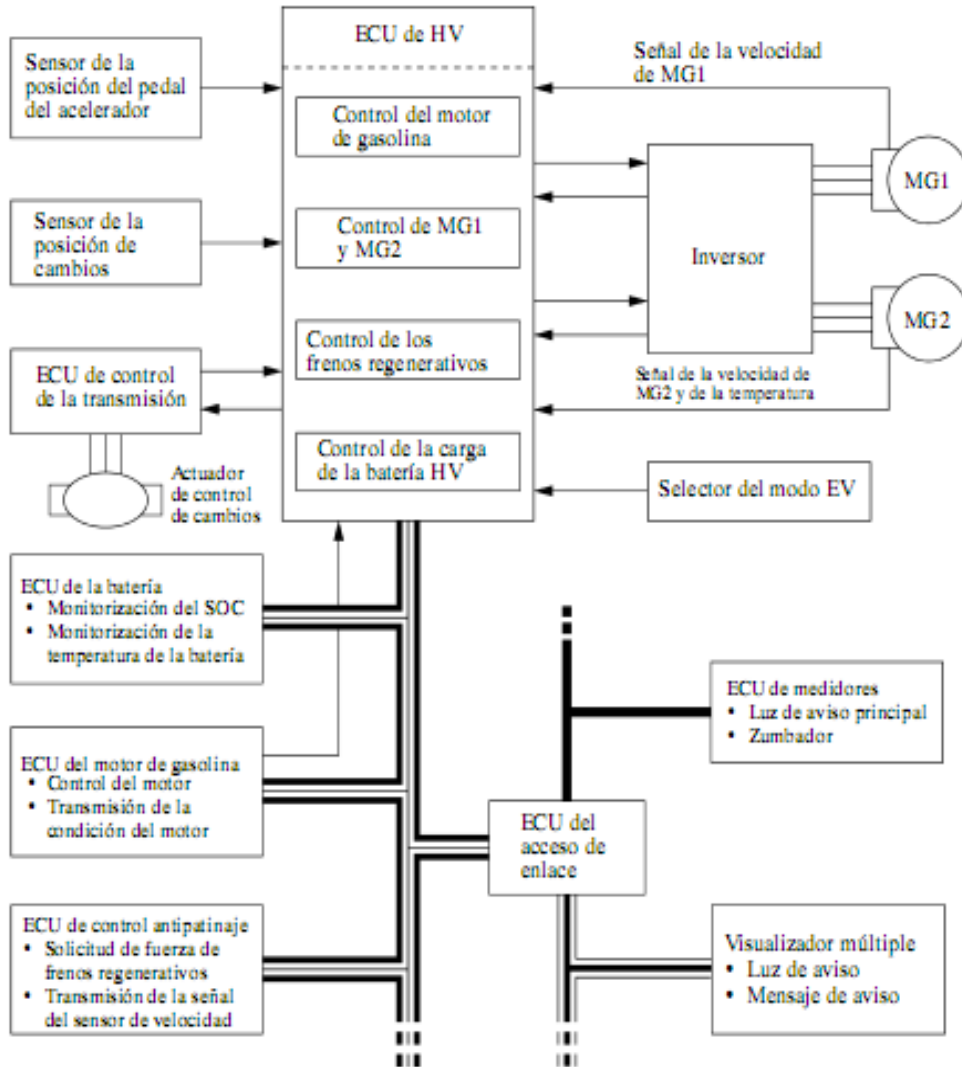


255TH62

Fuente: [www.toyota.com/prius-hybrid/](http://www.toyota.com/prius-hybrid/), 2010.

Fig. 4. Diagrama del sistema de la ECU

► Diagrama del sistema ◀



- ≡ : CAN (Controller Area Network - Red de área del controlador)
- : BEAN (Body Electronics Area Network - Red de área electrónica de la carrocería)
- ≡ : AVC-LAN (Audio Visual Communication - Local Area Network - Comunicaciones audiovisuales - Red de área local)

2507102

Fuente: [www.toyota.com/prius-hybrid/2010](http://www.toyota.com/prius-hybrid/2010).

### **2.1.1.2.- Control del ECU del motor de gasolina**

- La ECU del motor de gasolina recibe los datos de la velocidad del motor propuesta y de la fuerza motriz del motor requerida, enviados desde la ECU de HV, y controla el sistema ETCS-i, el volumen de la inyección del combustible, la distribución de encendido y el sistema VVT-i.
  
- La ECU del motor de gasolina transmite la condición de operación del motor a la ECU de HV.
  
- La ECU del motor de gasolina, al recibir una señal de parada del motor procedente de la ECU de HV de acuerdo con el control básico de THS-III, para el motor.
  
- Cuando ocurre algún mal funcionamiento en el sistema, la ECU del motor de gasolina enciende la luz de aviso de comprobación del motor a través de las direcciones procedentes de la ECU de HV.<sup>3</sup>

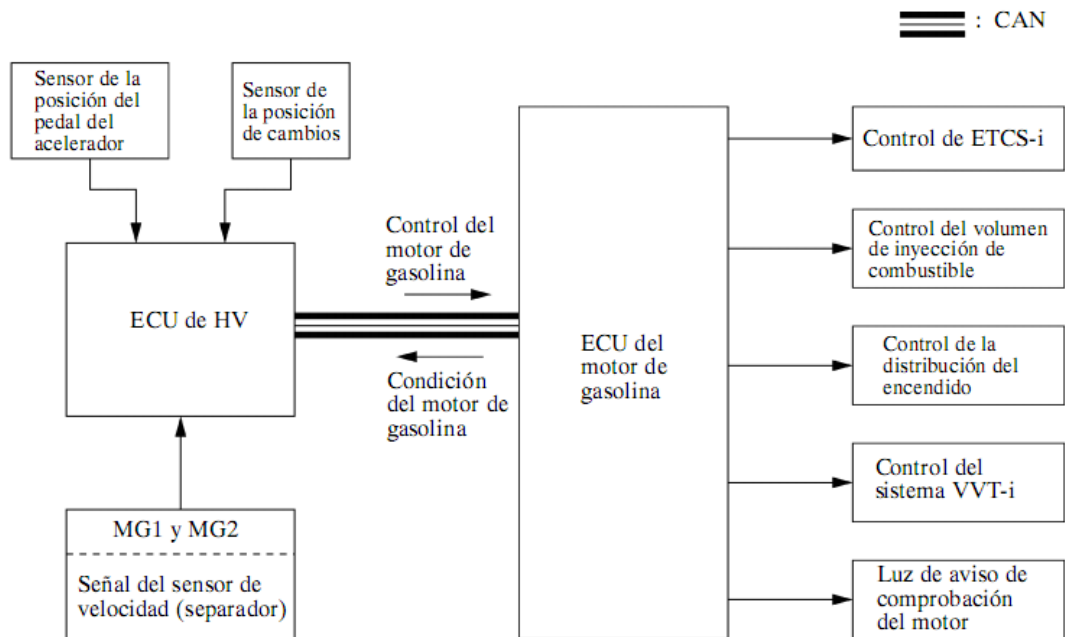
---

<sup>3</sup> [www.toyota.com/prius-hybrid/](http://www.toyota.com/prius-hybrid/), 2010.



Fig. 5. Diagrama del sistema de la ECU del motor de gasolina

► Diagrama del sistema ◀



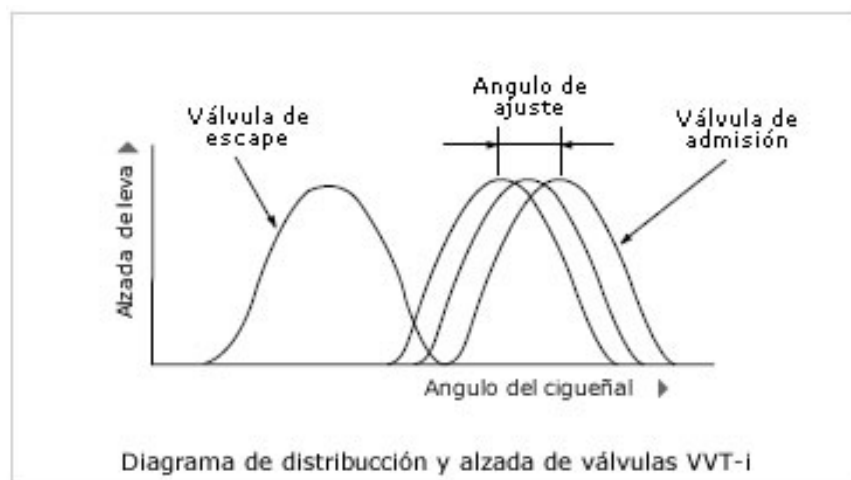
255TH68

Fuente: [www.toyota.com/prius-hybrid/](http://www.toyota.com/prius-hybrid/), 2010.

### 2.1.1.3.- VVT-i. Sincronización variable de válvulas con inteligencia

El motor Toyota que lleva el Prius tiene distribución variable de tipo VVT-i. Puede cerrar la válvula de admisión entre 78° y 105° después del punto muerto inferior. Es decir, en función de las condiciones de funcionamiento, es posible que no cierre las válvulas de admisión hasta después de llevar media carrera ascendente. La relación de compresión real nunca es más de 9:1, mientras que la relación de expansión es 13:1.

Fig. 6. Diagrama de distribución y alzada de válvulas VVT-i



Fuente: [www.mecanicavirtual.com](http://www.mecanicavirtual.com), 2010.

Varía la sincronización de las válvulas del producto ajustando la relación entre la impulsión del árbol de levas (correa, tijeras-engranaje o cadena) y el árbol de levas del producto. La presión del aceite de motor se aplica a un actuador para ajustar la posición del árbol de levas.

Se logra mediante el ajuste del intervalo de tiempo que va desde que la válvula de escape se cierra hasta que se abre la válvula de admisión. De este modo se cambian las características del motor para proporcionar un par instantáneo del motor, a lo largo de todo el recorrido de las revoluciones. Esto ofrece lo mejor de los dos mundos: potente aceleración y menores consumos de combustible. Además, una mejor quema de combustible a mayor temperatura deja menores emisiones por el camino.

El conjunto de la válvula de control de la sincronización del árbol de levas es una válvula solenoide e interruptores de la línea de aceite del motor. La válvula se mueve cuando el ECM aplica los 12 V a la solenoide. El ECM

cambia el tiempo de activación de la solenoide (ciclo de trabajo) de acuerdo a la posición del árbol de levas, la posición del cigüeñal, la posición del acelerador, etc.

El ECM optimiza la sincronización de las válvulas de admisión usando el VVT- i para controlar la gestión del árbol de levas. El sistema VVT-i incluye el ECM, el conjunto de la válvula de control de la sincronización del árbol de levas y el controlador VVT - i. El ECM envía una señal de control de ciclo de trabajo al conjunto de la válvula de control de la sincronización del árbol de levas. Esta señal de control regula la presión del aceite suministrada al controlador del VVT - i. Este controlador puede avanzar o retardar la gesta del árbol de levas.

El VVT-i permite al sistema de control del motor ajustar independientemente la sincronización de la válvula de admisión. Este motor usa este ingenio para mover la sincronización de la válvula convencional y la sincronización de la válvula del ciclo Atkinson variando así la carrera efectiva del motor.

En un motor de ciclo Atkinson, la válvula de admisión se mantiene bien abierta dentro de la carrera de compresión. Mientras la válvula está abierta parte del volumen del cilindro es forzado a regresar al múltiple de admisión. Esto crea una reducción efectiva en el desplazamiento del motor. Mediante el uso del VVT-i para el ajuste continuo de la sincronización de la válvula de admisión entre la sincronización de la válvula del ciclo Atkinson y la sincronización de la válvula convencional, el motor puede maximizar la eficiencia de combustible siempre que sea posible mientras siga produciendo la máxima carga cuando la requiera.

Fig. 7. Funcionamiento del VVT-i para bajas y medias velocidades

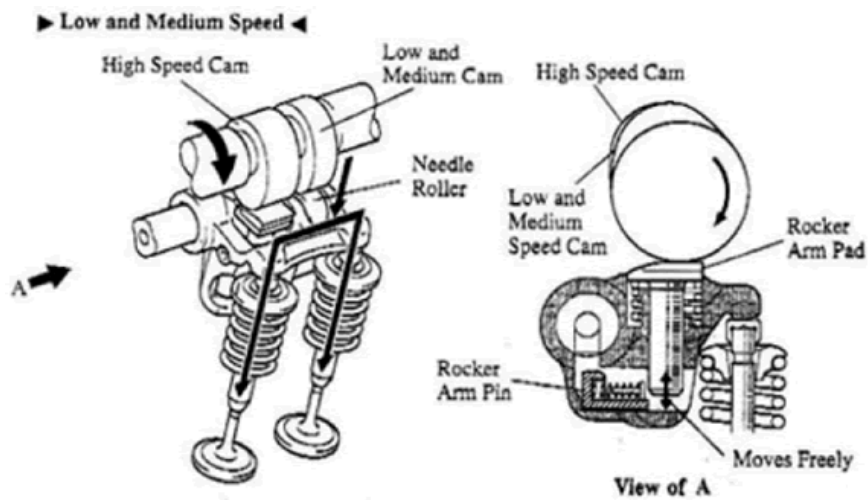


Fig. 17. VVTI-i. Funcionamiento para bajas y medias velocidades angulares

Fuente: [www.toyota.com/prius-hybrid](http://www.toyota.com/prius-hybrid), 2010.

El mecanismo consta de un solo balancín, el cual acciona las dos válvulas de admisión a la vez. Dicho balancín es accionado por dos levas de diferente perfil, uno más suave que el otro.

El apoyo del perfil de leva agresivo es un bulón al cual se le permite un cierto desplazamiento mientras no actúe un tope que se acciona hidráulicamente (fig. 17).

Cuando el motor funciona a bajas vueltas el tope no está accionado, con lo que el bulón sube y baja, de manera que el perfil de leva agresivo no acciona el balancín, siendo las válvulas accionadas por el perfil de leva suave.

Fig. 8. Funcionamiento del VVT-i para altas velocidades angulares

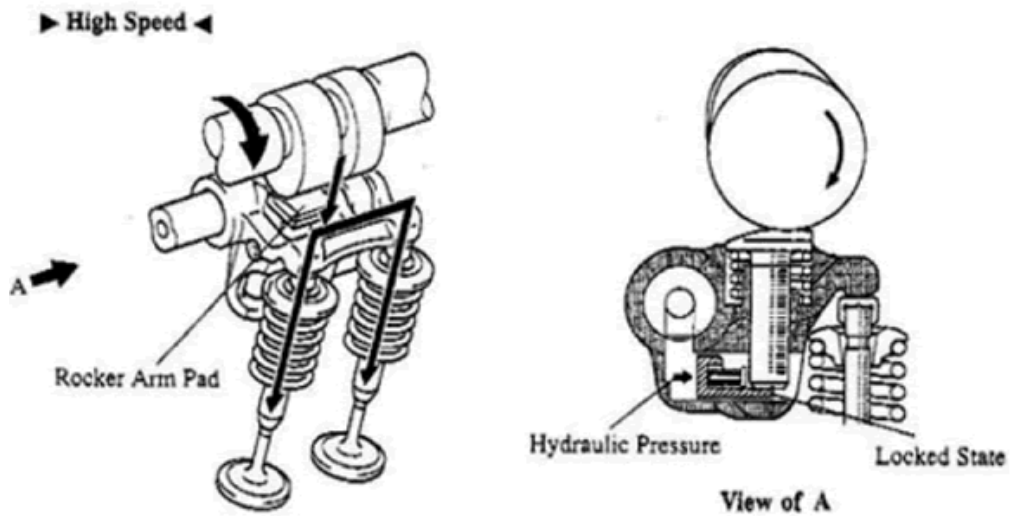
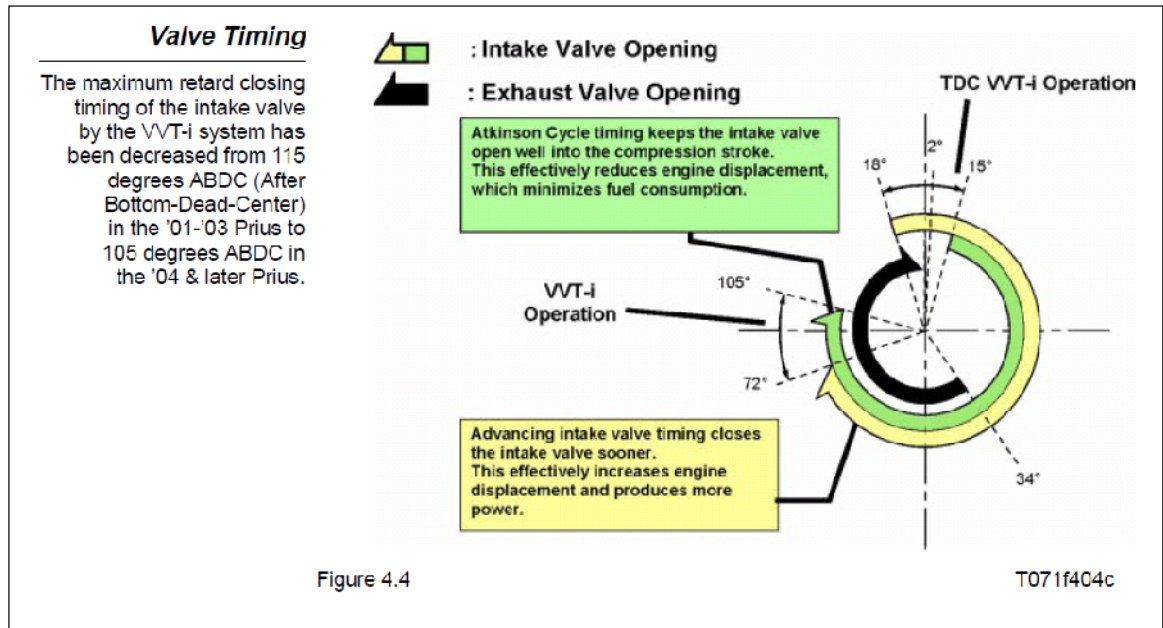


Fig. 18. VVTI-i. Altas velocidades angulares

Fuente: [www.toyota.com/prius-hybrid](http://www.toyota.com/prius-hybrid), 2010.

A altas rpm, (fig.18), la unidad de control electrónica acciona la válvula hidráulica, con lo que enclavamiento se acciona bloqueando el bulón, de manera que es ahora el perfil de leva agresivo el que acciona a las válvulas consiguiéndose así un diagrama de distribución propio de un motor rápido.

Fig. 9. Apertura y Cierre de válvulas en el sistema VVT-i



Fuente: CISE Electronics, 2010.

El máximo retardo del cierre de la válvula de admisión por el sistema VVT-i ha sido disminuido desde los 115 grados después del Punto Muerto Inferior de los modelos anteriores a 105 grados después del Punto Muerto Inferior en los Modelos a partir del 2004.

El Ciclo Atkinson mantiene la válvula de admisión bien abierta dentro de la carrera de compresión, esto efectivamente reduce el desplazamiento de la carrera, el cual minimiza el consumo de combustible.<sup>4</sup>

<sup>4</sup> Manual Reparación Toyota Prius 2010.

Fig. 10. Esquema del VVT-i

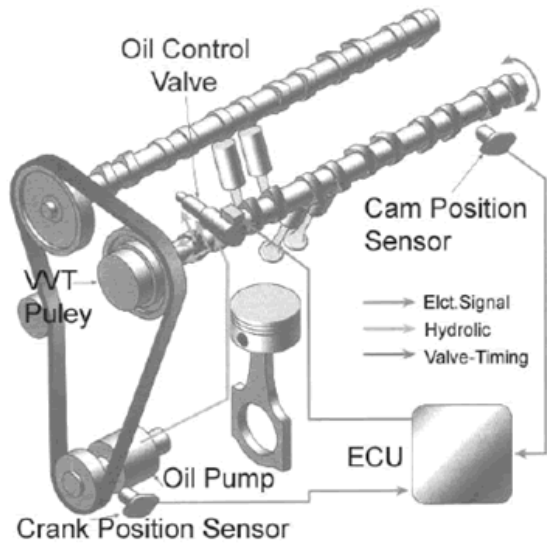
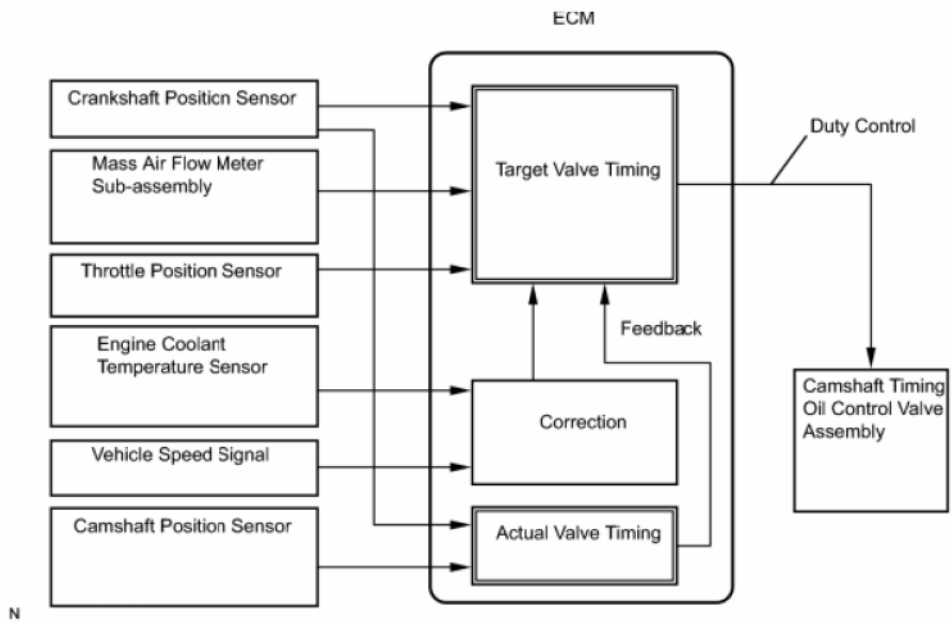


Fig. 19. VVTI-i. Esquema

Fuente: [www.hybrids.ru/files/OfficialToyotaInfo](http://www.hybrids.ru/files/OfficialToyotaInfo), 2010.

Fig. 11. Sensores y Actuadores del sistema VVT-i

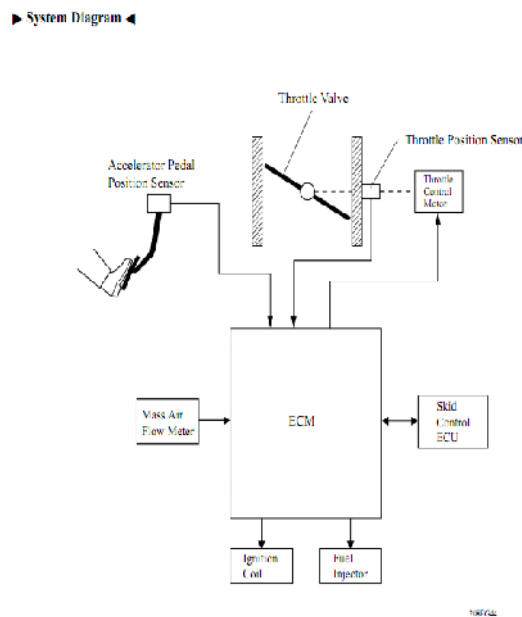


Fuente: Manual Toyota Prius 2010

#### 2.1.1.4.- ETCS-i (Electronic Throttle Control System-intelligence) Sistema de control electrónico del acelerador con inteligencia.

El Sistema de control electrónico del acelerador con inteligencia (ETCS-i), utiliza una tecnología electrónica en el pedal del acelerador para controlar el ángulo de apertura de la válvula de aceleración en el sistema de inyección. Este sistema permite accionar el acelerador de tres modos diferentes. Cada una de estas modalidades controla de manera específica el funcionamiento del acelerador, facilitando la conducción del vehículo en diversas situaciones. El sistema ETCS-i también controla la velocidad del ralentí y está conectado al sistema VSC (control de la estabilidad del vehículo), el control de velocidad y el control de reducción de sacudidas de cambio. El ETCS-i utiliza el ECM para calcular la óptima apertura de la válvula de mariposa, de acuerdo al régimen de giro del motor.

Fig. 12. Diagrama del sistema ETCS-i

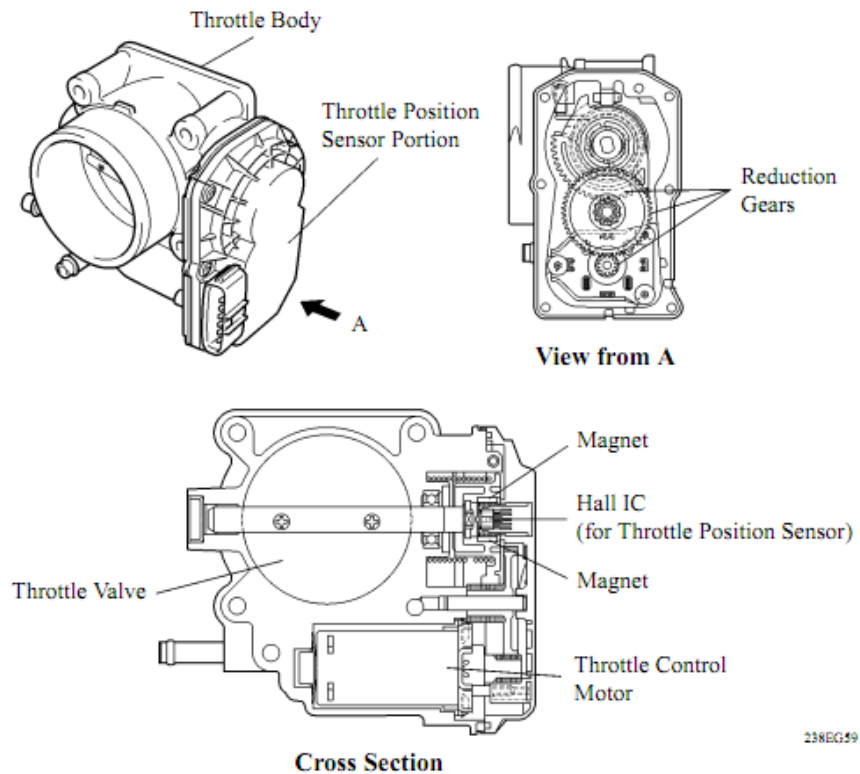


Fuente: [www.hybrids.ru/files/OfficialToyotaInfo](http://www.hybrids.ru/files/OfficialToyotaInfo), 2010.



Fig. 13. Componentes del ETCS-i

**Construction**



Fuente: [www.hybrids.ru/files/OfficialToyotaInfo](http://www.hybrids.ru/files/OfficialToyotaInfo), 2010.

El sensor de posición del acelerador se monta en el cuerpo del acelerador, para detectar el ángulo de apertura de la válvula reguladora.

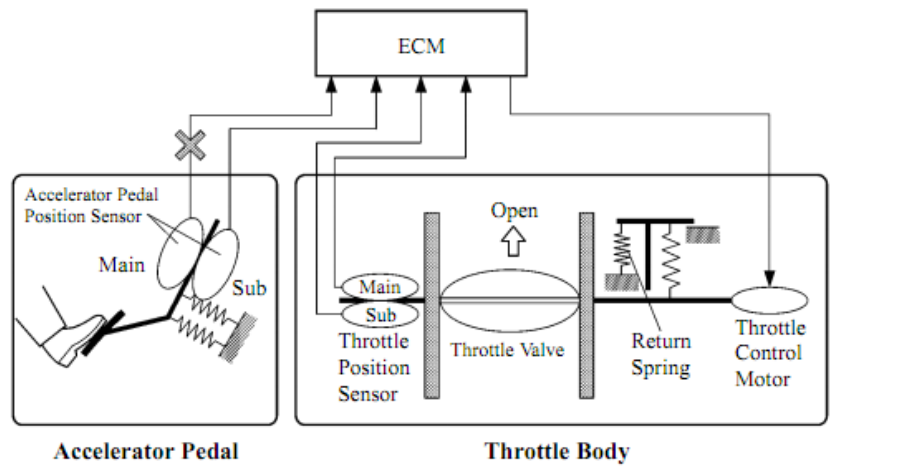
Un motor de CC (corriente continua), con excelente respuesta y de consumo mínimo de energía se utiliza para el motor de control del acelerador.

El ECM realiza el control de cociente del deber de la dirección y el amperaje de la corriente que fluye al motor de control del acelerador con el fin de regular la apertura de la válvula de mariposa.

El ECM controla la válvula del acelerador para mantener constante una velocidad de ralentí ideal.

Un ECM con una centralita de control de crucero integrado directamente acciona la válvula de mariposa para la operación del control crucero.<sup>5</sup>

Fig. 14. Esquema del ETCS-i

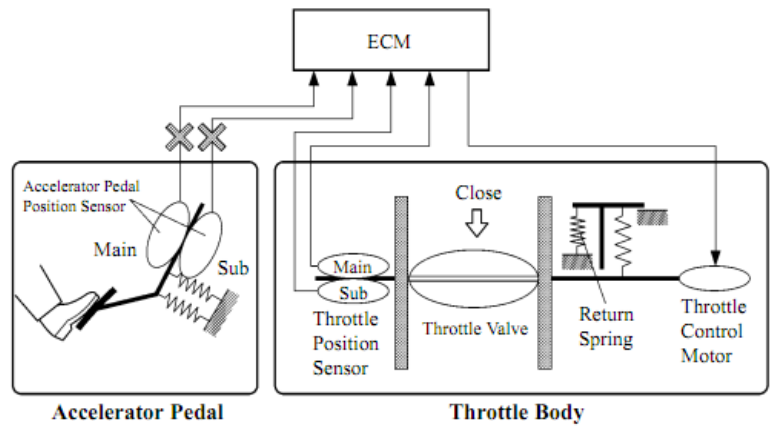


199EG45

Fuente: [www.hybrids.ru/files/OfficialToyotaInfo,2010](http://www.hybrids.ru/files/OfficialToyotaInfo,2010).

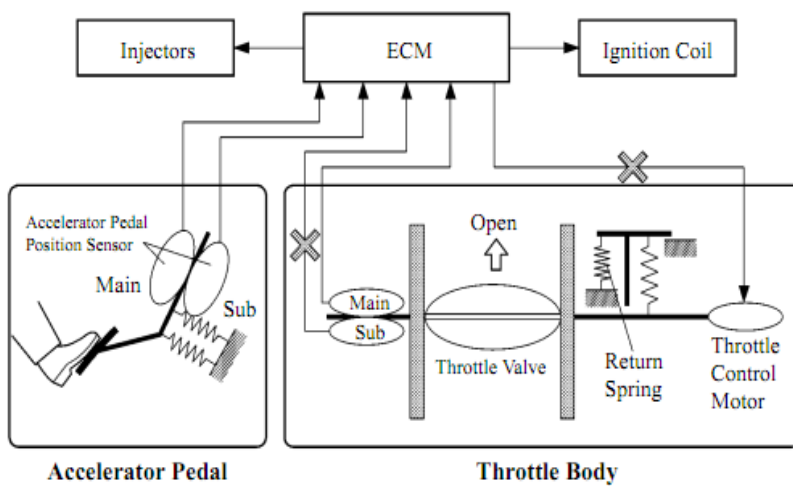
Fig. 15. Esquema del ETCS-i

<sup>5</sup> Manual Reparación Toyota Prius 2010.



199EG46

Fig. 16. Esquema del ETCS-i



199EG47

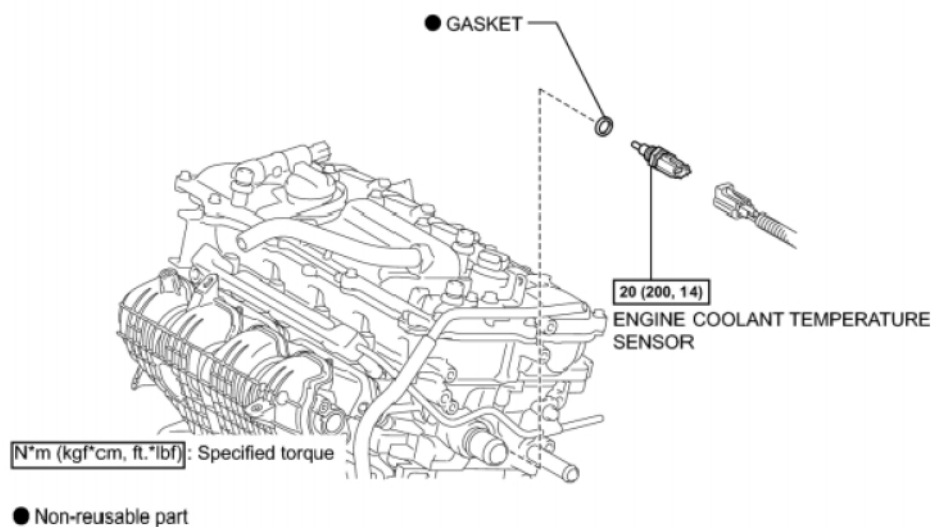
Fuente: [www.hybrids.ru/files/OfficialToyotaInfo](http://www.hybrids.ru/files/OfficialToyotaInfo), 2010.

### 2.1.1.5.- ESA (Electronic Spark Advance) Avance de chispa electrónico

La ECU del motor, que recibe señales de varios sensores, calcula el tiempo de encendido y transmite las señales de encendido. El tiempo de encendido se calcula de forma continua en las condiciones del motor, basado en los valores de momento óptimo de encendido que se almacenan en el ordenador en forma de un mapa de la ESA. En comparación con el control de encendido de tiempo mecánico del sistema convencional, el método de control de la ESA proporciona una mayor precisión, y la libertad para establecer el tiempo de encendido. Como resultado, este sistema ofrece una mayor economía de combustible y potencia de salida.<sup>6</sup>

#### 2.1.1.6. -Sensor ECT (engine coolant temperature)

Fig. 17. Ubicación del Sensor ECT en el Motor.



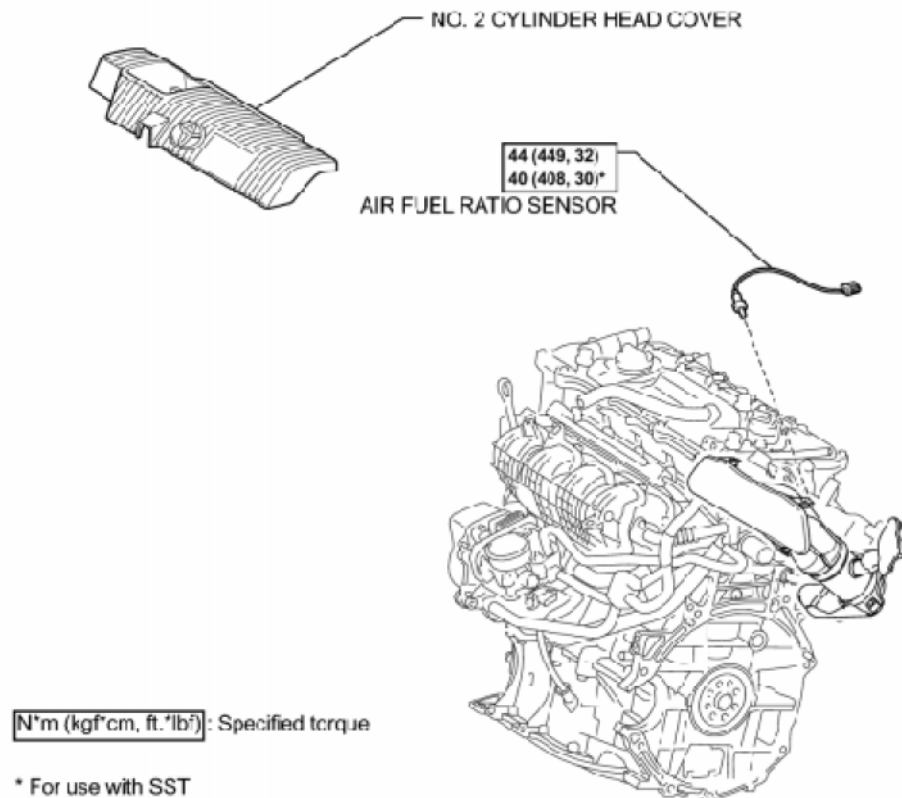
Fuente: Manual Toyota Prius 2010.

<sup>6</sup>[www.hybrids.ru/files/OfficialToyotaInfo\\_2010](http://www.hybrids.ru/files/OfficialToyotaInfo_2010).

El ECT es usado para monitorear la temperatura del refrigerante del motor, posee un termistor con una resistencia que varía de acuerdo a la temperatura del refrigerante del motor. Cuando la temperatura del refrigerante es baja, la resistencia del termistor aumenta, Cuando la temperatura es alta, la resistencia disminuye. Estas variaciones de la resistencia son reflejadas en la salida del voltaje desde el sensor. El ECM monitorea el voltaje del sensor y usa estos valores para calcular la temperatura del refrigerante.

### 2.1.1.7.- Sensor de la relación aire combustible

Fig. 18. Ubicación del Sensor de la Relación Aire Combustible en el Motor.

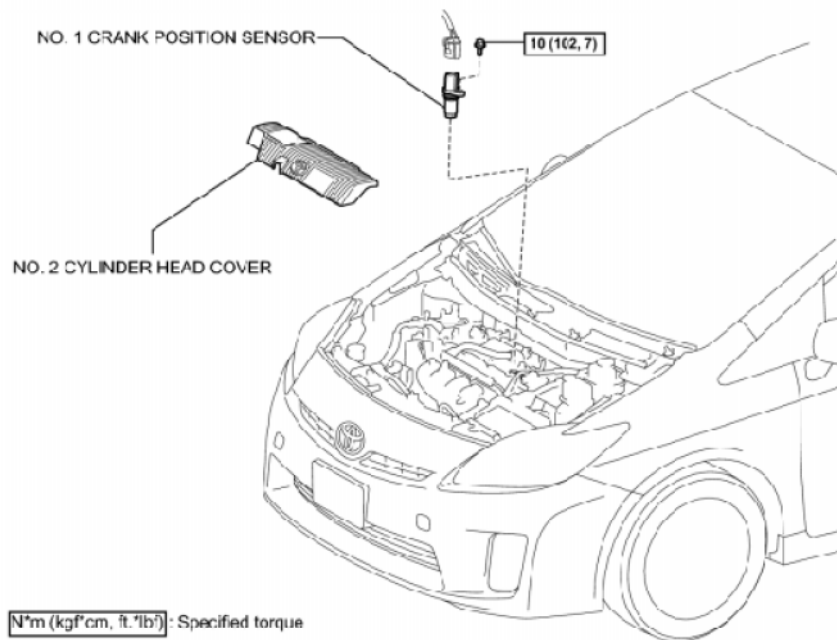


Fuente: Manual Toyota Prius 2010.

El ECM usa la información del sensor de relación aire combustible para regular el aire y el combustible para mantenerlos cerca de la relación estequiométrica. Esto maximiza la capacidad del convertidor catalítico de tres vías para purificar los gases de escape.

### 2.1.1.8.- Sensor de posición del árbol de levasCMP

Fig. 19. Ubicación del Sensor CMP en el Motor.

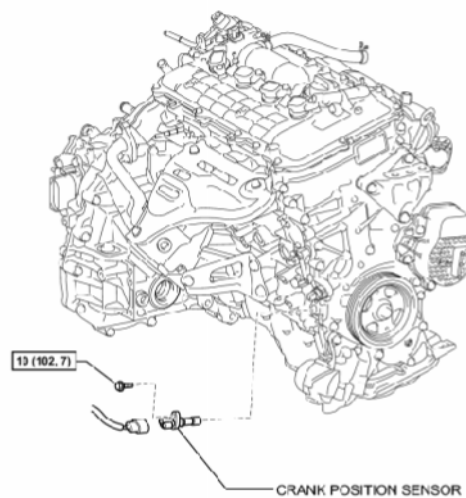


Fuente: Manual Toyota Prius 2010.

Este sensor envía una señal de frecuencia al ECM a fin de sincronizar la activación de inyectores de combustible y la chispa de encendido en las bujías.<sup>7</sup>

### 2.1.1.9.- Sensor de posición del cigüeñal CKP

Fig. 20. Ubicación del Sensor CKP en el Motor.



**10 (102,7)** [N·m (kgf·cm, ft.·lbf)]: Specified torque

Fuente: Manual Toyota Prius 2010.

Este sensor envía una señal al computador a fin de sincronizar la activación de inyectores y la chispa de encendido en las bujías, este sensor forma parte del sistema de encendido directo (sin distribuidor), se encuentra ubicado

<sup>7</sup> Manual Reparación Toyota Prius 2010.

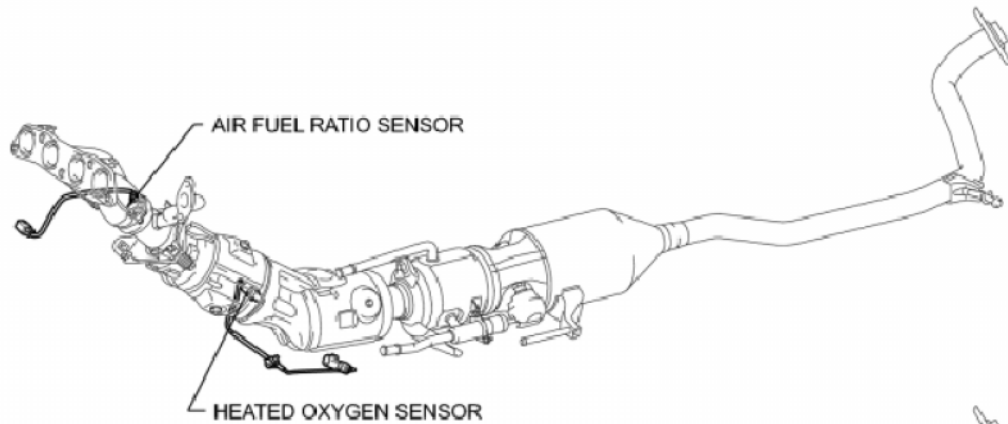
cerca de la polea del cigüeñal, censa el momento en el que el cigüeñal muestra una ventana o corte al hacer su movimiento de rotación.

### 2.1.1.10.- Sensor de oxígeno

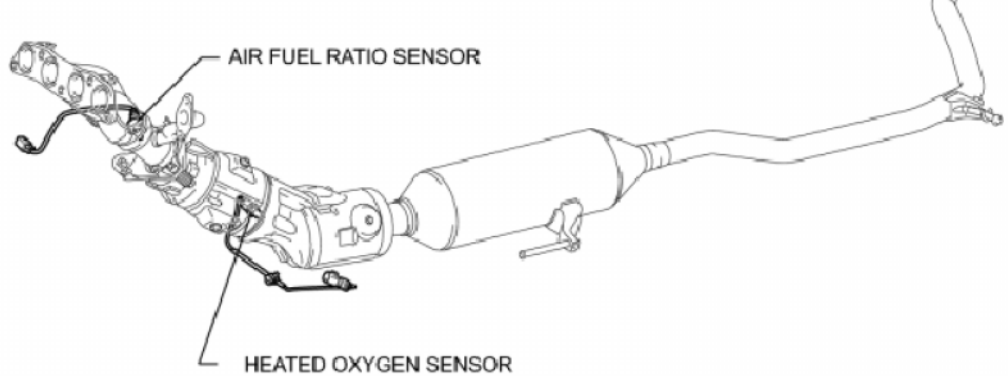
El sensor de oxígeno es usado para detectar la cantidad de oxígeno en los gases de escape.

Fig. 21. Ubicación del Sensor de Oxígeno en el Motor.

w/ Exhaust Heat Recirculation System:



w/o Exhaust Heat Recirculation System:



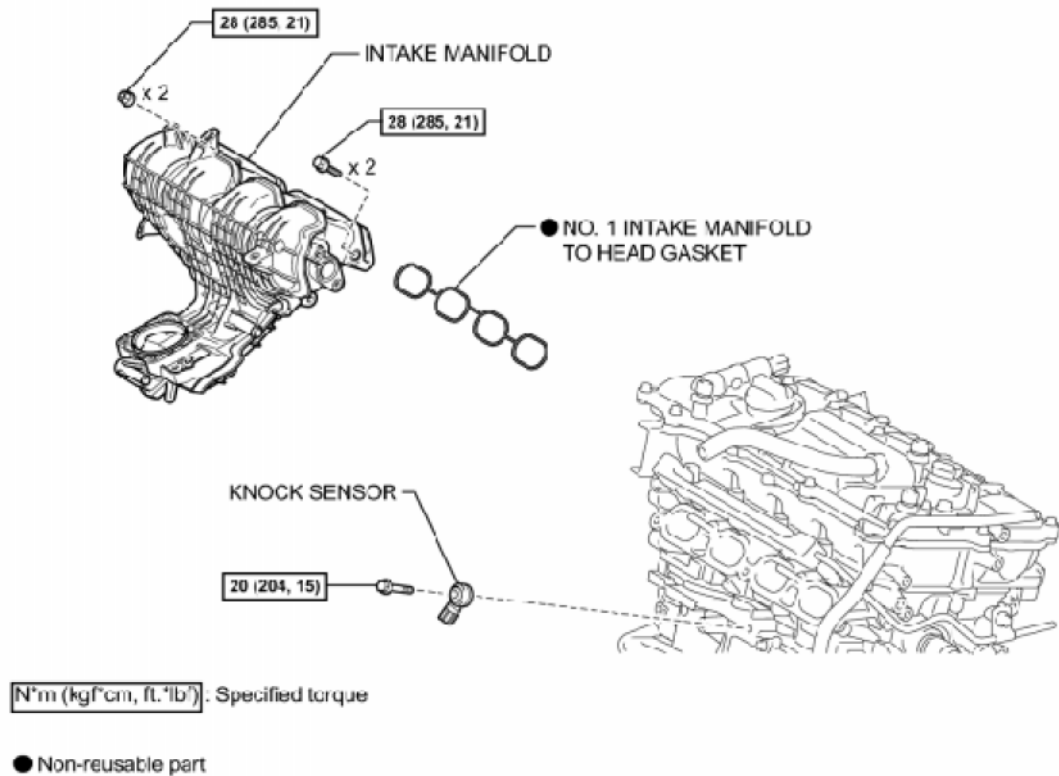
P

Fuente: Manual Toyota Prius 2010.



### 2.1.1.11.- Sensor de golpeteo (knock sensor)

Fig. 22. Ubicación del Sensor KS en el Motor.

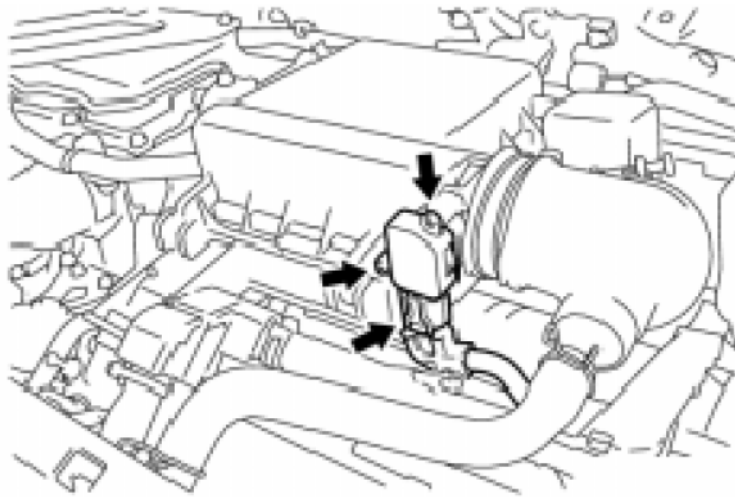


Fuente: Manual Toyota Prius 2010.

Este sensor está conformado por un elemento piezoeléctrico, que chequea la vibración del bloque de cilindros, enviando esta señal al ECM. El ECM identifica así la frecuencia recibida y gracias a esto le es posible controlar el tiempo de la ignición como también la cantidad de inyección requerida, reduciendo el golpeteo.

### 2.1.1.12.- MAF Medidor de flujo de masa de aire (mass air flow meter)

Fig. 23. Ubicación del Sensor MAF en el Motor.



Fuente: Manual Toyota Prius 2010.

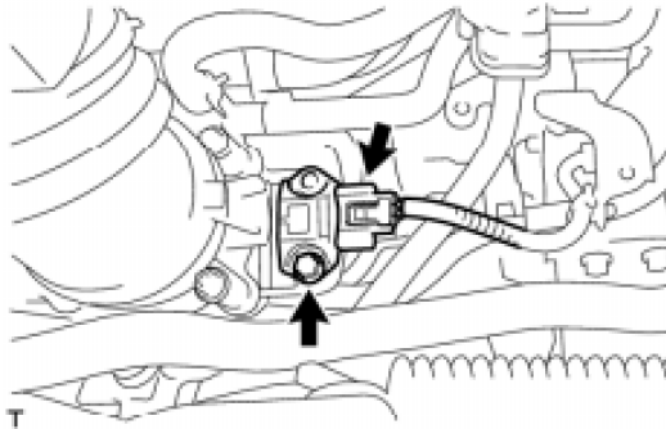
El medidor de la masa de aire es un sensor que mide la cantidad de aire que fluye a través de la válvula del acelerador. El ECM utiliza esta información para determinar el tiempo de la inyección del combustible y para proporcionar una relación aire combustible adecuada. Dentro del conjunto del medidor de masa de aire hay un hilo caliente de platino, el cual está expuesto al flujo de aire entrante mediante la aplicación de una corriente eléctrica específica para el cable.<sup>8</sup>

---

<sup>8</sup> Manual Reparación Toyota Prius 2010.

### 2.1.1.13.- Sensor de la presión absoluta del múltiple(MAP)

Fig. 24. Ubicación del Sensor MAP en el Motor.

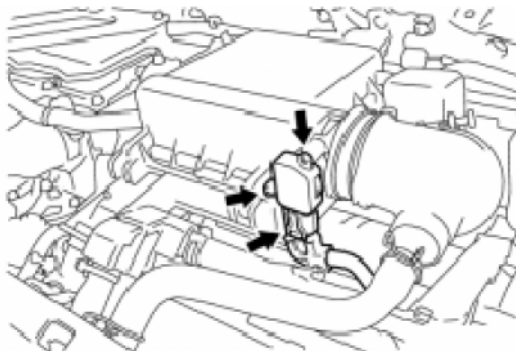


Fuente: Manual Toyota Prius 2010.

Este sensor detecta la presión dentro del múltiple de admisión como una presión absoluta con un sensor integrado y voltajes de salida. En base a la tensión del sensor de vacío el ECM controla la EGR, purga VSV y corrige cualquier error en la presión del sensor debido a los cambios de la misma

### 2.1.1.14.- Sensor de temperatura del aire de admisión (IAT)

Fig. 25. Ubicación del Sensor IAT en el Motor.

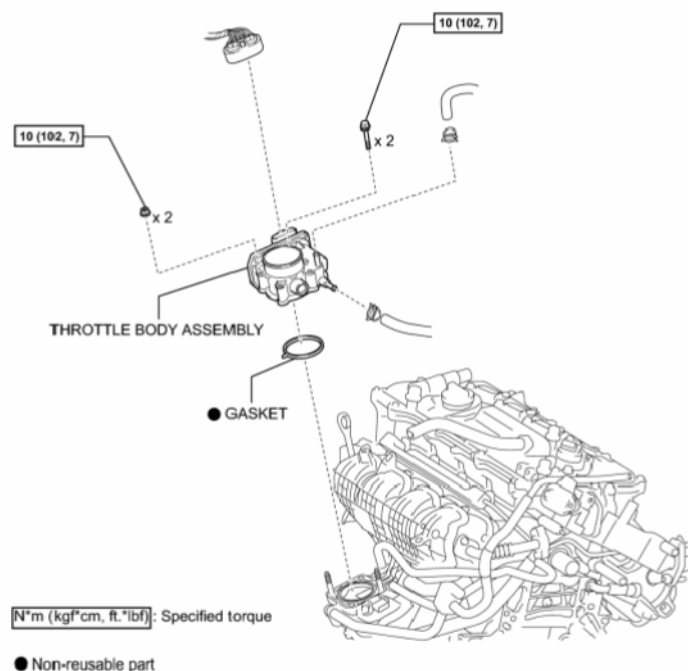


Fuente: Manual Toyota Prius 2010.

El sensor IAT montado en el MAF monitorea la temperatura del aire de admisión, este sensor tiene un termistor integrado con una resistencia que varía de acuerdo a la temperatura del aire entrante. Cuando la temperatura del aire de admisión es baja la resistencia del termistor aumenta, cuando la temperatura es alta la resistencia disminuye, estas variaciones de resistencia son transmitidas al ECM como cambios de voltaje. Este sensor es alimentado por 5 V suministrado del terminal THA del ECM vía resistor R el cual está ubicado dentro del ECM. El resistor R y el sensor IAT están conectados en serie, cuando los valores de las resistencias del sensor IAT cambian de acuerdo a la temperatura del aire de admisión, el voltaje del terminal THA varía. En base a esta señal el ECM aumenta el volumen de inyección de combustible cuando el motor esta frio para mejorar la conducción.

### 2.1.1.15.- Sensor de posición del acelerador TPS

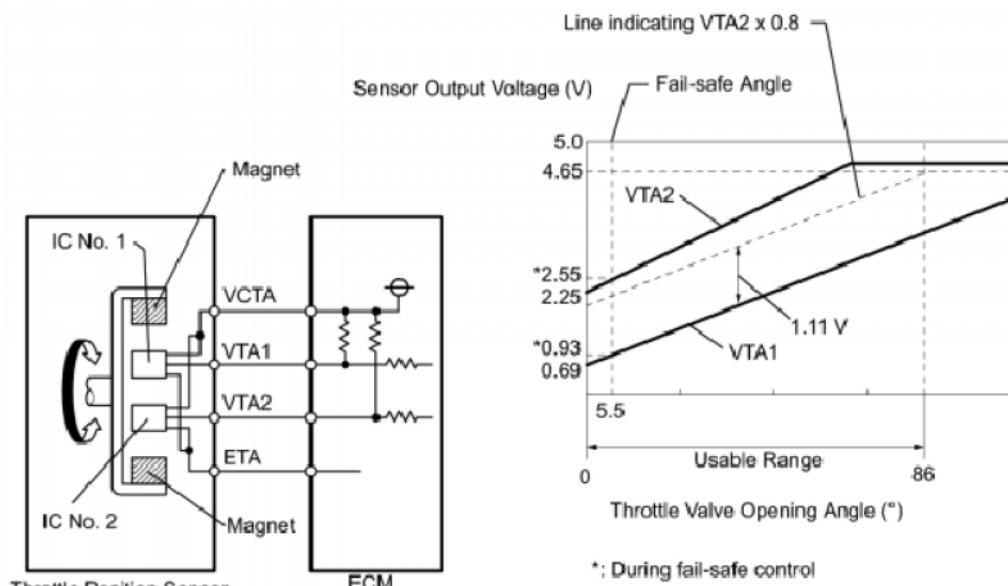
Fig. 26. Ubicación del Sensor TPS en el Motor.



Fuente: Manual Toyota Prius 2010.

El TPS está montado en el cuerpo de aceleración y detecta el ángulo de apertura de la mariposa de aceleración, es de efecto Hall con el fin de dar precisión en las señales incluso en condiciones extremas. El TPS tiene dos circuitos, cada uno de los cuales transmite una señal VTA1 y VTA2. VTA1 es usada para detectar el ángulo de la válvula de la mariposa y VTA2 es usada para detectar desperfectos en VTA1. La señal de voltaje del sensor varía entre 0 V y 5 V en proporción al ángulo de apertura de la mariposa, y son transmitidas a los terminales VTA del ECM.<sup>9</sup>

Fig. 27. Diagrama Sensor TPS



Note:

The throttle valve opening angle detected by the sensor terminal VTA1 is expressed as a percentage.

Between 10% and 22%: Throttle valve fully closed

Between 64% and 96%: Throttle valve fully open

Approximately 18.6%: Fail safe angle (5.5°)

Features of sensor output:

The difference in voltage between VTA1 and VTA2 x 0.8 is approximately 1.11 V.

(VTA2 x 0.8 is approximately equal to VTA1 + 1.11 V)

Fuente: Manual Toyota Prius 2010.

<sup>9</sup> Manual Reparación Toyota Prius 2010.

#### **2.1.1.16.- Múltiple de admisión**

Parte del aire es forzado a regresar al múltiple de admisión durante la carrera de admisión del ciclo Atkinson. El múltiple de admisión de este motor incluye un tanque largo para dar cabida al volumen extra.

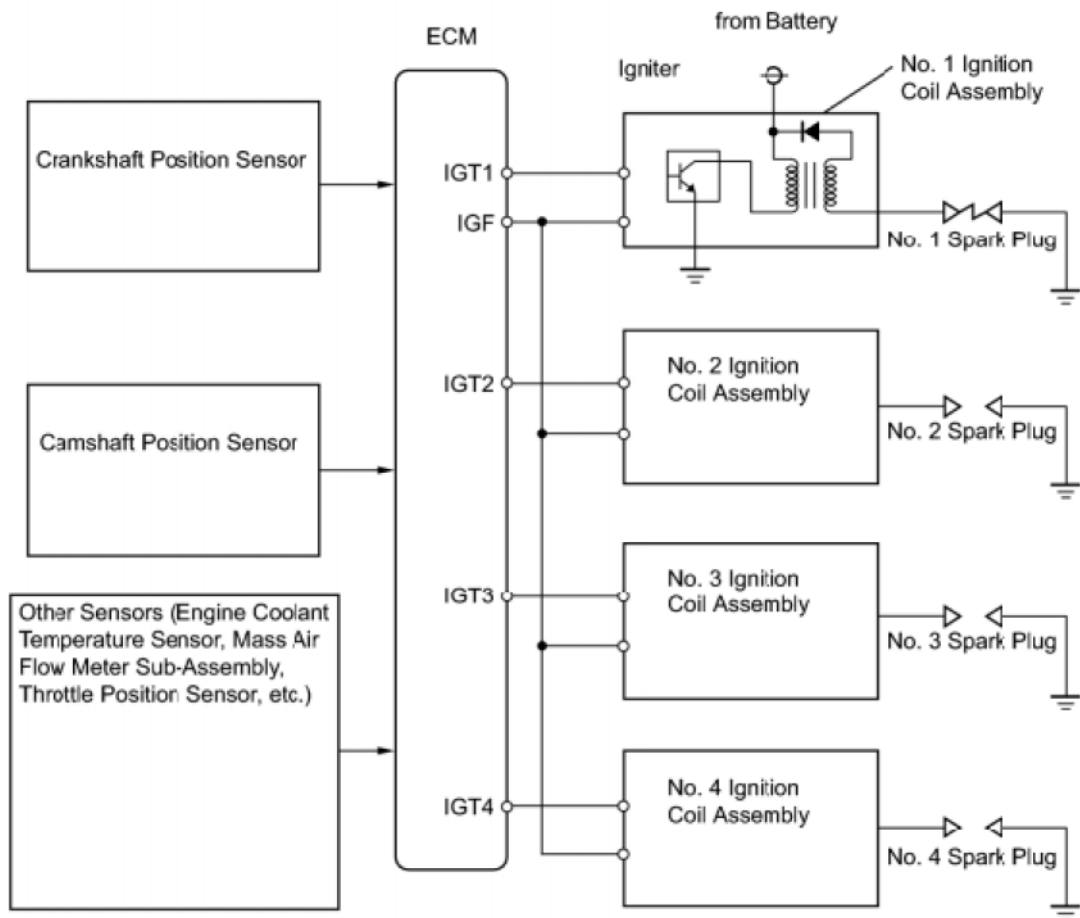
La longitud del tubo del múltiple de admisión ha sido acortada para mejorar la eficiencia de aire y el tubo de admisión ha sido modificado para reducir peso.

#### **2.1.1.17.- Encendido DIS**

Este vehículo utiliza el sistema de encendido directo (DIS), en el cual cada cilindro es encendido por su propia bobina de encendido. El secundario de cada bobina de encendido genera un amplio voltaje el cual es aplicado directamente a cada bujía. La chispa pasa del electrodo central de la bujía para el electrodo de masa.

El ECM determina la sincronización del encendido y transmite las señales de encendido (IGT) a cada cilindro. Usando las señales IGT, el ECM enciende el transistor de potencia en el interior del encendido y también lo apaga. El transistor de potencia a su vez conecta y desconecta la corriente al primario de la bobina. Cuando es cortada la corriente del primario de la bobina, se genera un amplio voltaje en el secundario de la bobina, este voltaje es aplicado a las bujías, ocasionando el encendido en cada uno de los cilindros. Como el ECM corta la corriente del primario de la bobina, el dispositivo del encendido envía una señal de confirmación de encendido (IGF) al ECM, para cada cilindro.

Fig. 28. Esquema Encendido DIS

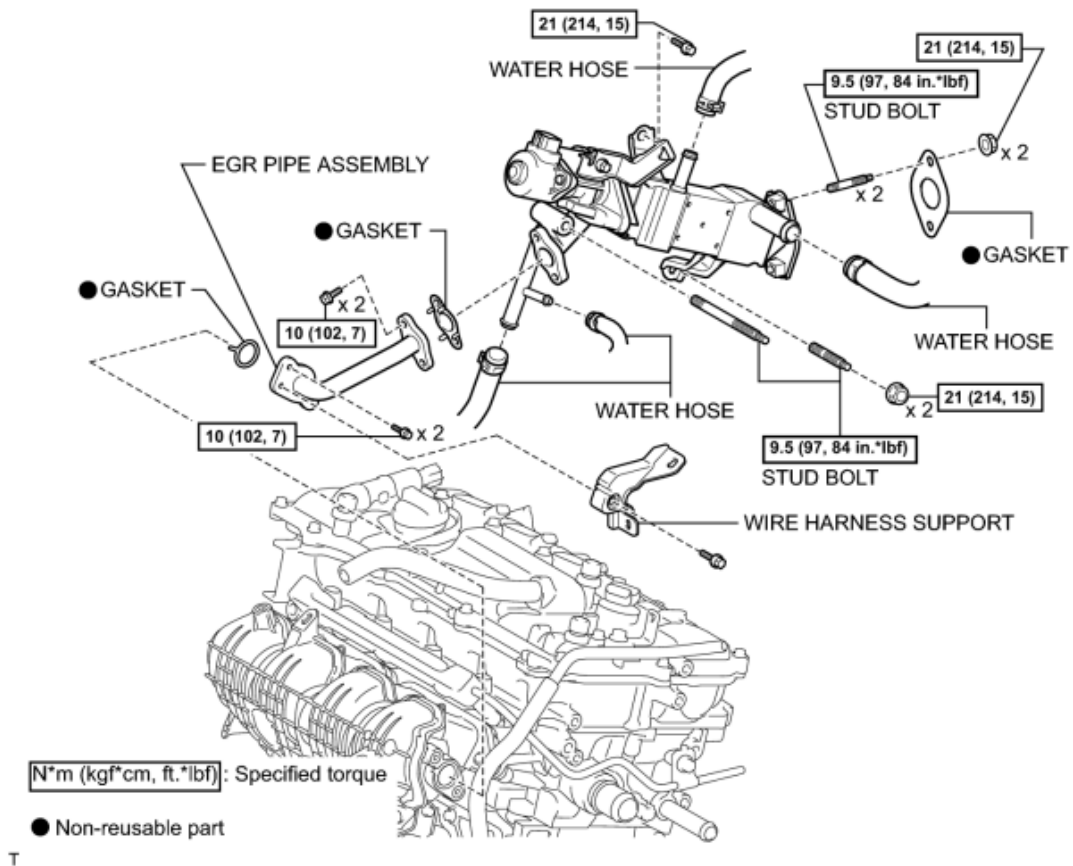


Y

Fuente: Manual Toyota Prius 2010.

### 2.1.1.18.- Válvula EGR

Fig. 29. Ubicación de la Válvula EGR en el Motor.



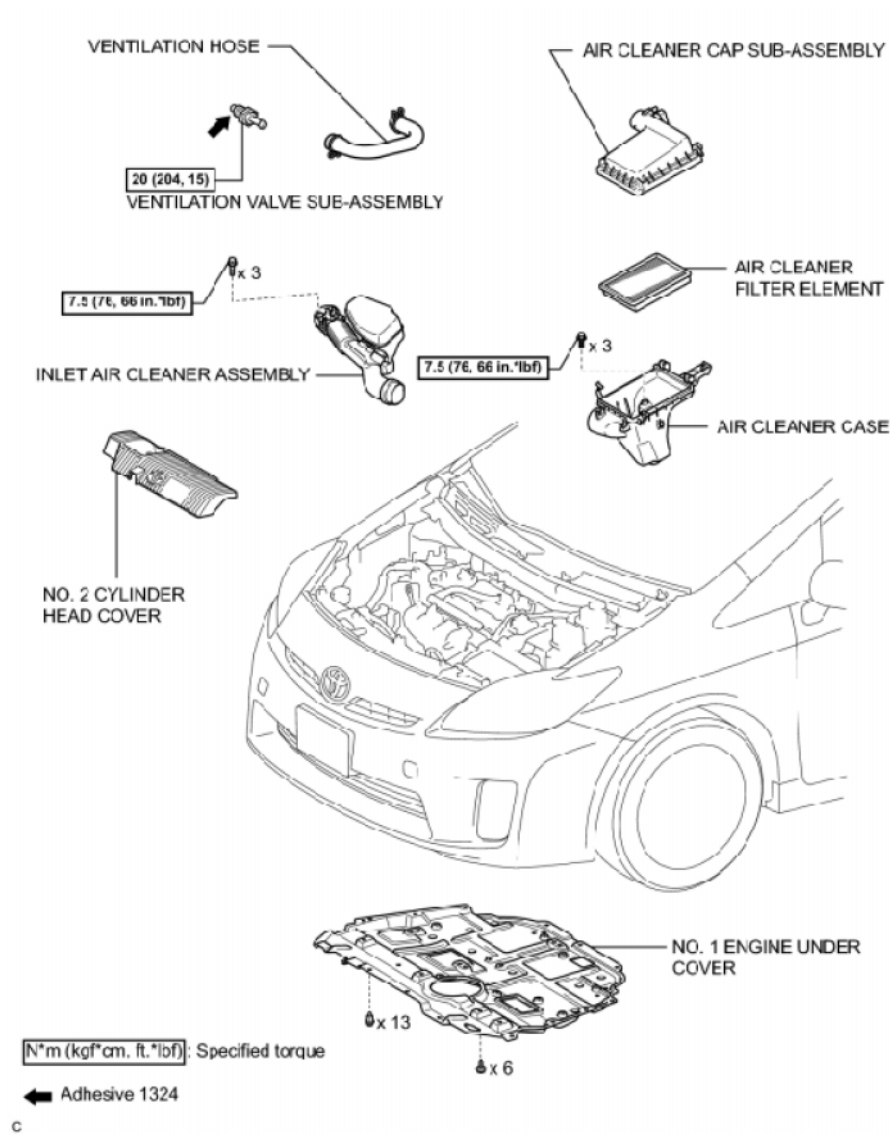
Fuente: Manual Toyota Prius 2010.

La válvula EGR está diseñada específicamente para hacer recircular los gases de escape en la mezcla aire / combustible, lo que diluye la mezcla aire / combustible suficiente para mantener a los compuestos de NOx dentro de los límites respirables. Esto se logra permitiendo que una cantidad específica de gas inerte pase a través de los múltiples de escape al múltiple de admisión a través de la válvula EGR.



## 2.1.1.19.- Ventilación positiva del cárter (PCV)

Fig. 30. Válvula PCV

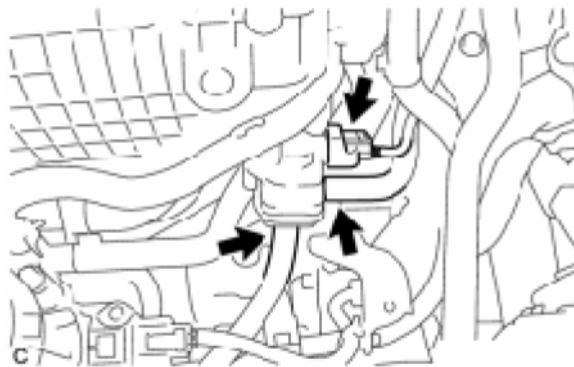


Fuente: Manual Toyota Prius 2010.

El propósito de la válvula PCV es regular el flujo de vapores del cárter al múltiple de admisión. Esto es necesario para proporcionar la ventilación adecuada del cárter sin desajustar la mezcla aire combustible para la combustión. Los gases de escape y los vapores deben ser removidos con la misma rapidez que con la que entran al cárter. Debido a que durante la marcha en vacío los gases de escape son mínimos y aumentan durante la operación a alta velocidad, la válvula PCV debe controlar el flujo de vapor de acuerdo a estas variaciones. La válvula PCV está diseñada para compensar los requerimientos de ventilación del motor a diferentes velocidades del motor. La válvula es operada por el vacío en el múltiple, el cual aumenta o disminuye de acuerdo al cambio de velocidad del motor.<sup>10</sup>

#### **2.1.1.20.- VSV Vacuumswitchingvalve (válvula de conmutación de vacío)**

Fig. 31. Válvula VSV



Fuente: Manual Toyota Prius 2010.

---

<sup>10</sup> Manual Reparación Toyota Prius 2010.

Adicionalmente a la válvula EGR, el ECM controla la válvula de conmutación de vacío (VSV), es usada para inhibir la operación de la válvula EGR durante condiciones donde podría afectar negativamente el rendimiento del motor.

La EGR VSV también puede ser abierta o cerrada normalmente e instalada en serie entre el conmutador de vacío y la válvula EGR o instalada en un segundo puerto de la válvula EGR. Esta VSV controla un sangrado atmosférico el cual inhibe la operación de la EGR cada vez que un determinado conjunto de parámetros del ECM se cumplen.

### **2.1.2.- MÓDULO DE ENSEÑANZA<sup>11</sup>**

Un módulo de enseñanza es una propuesta organizada de los elementos o componentes instructivos para que el alumno/a desarrolle unos aprendizajes específicos en torno a un determinado tema o tópico. Los elementos o componentes instructivos básicos que un módulo debe incluir son:

- Los objetivos de aprendizaje
- Los contenidos a adquirir
- Las actividades que el alumno ha de realizar
- La evaluación de conocimientos o habilidades

Un módulo está formado por secciones o unidades. Estas pueden organizarse de distintas formas. Los dos criterios básicos para estructurar un módulo en secciones o unidades son optar por una organización en torno a

---

<sup>11</sup> Fuente: BURRHUS Skinner; Teoría del Conocimiento. (S.F)

núcleos de contenido (por ejemplo, un módulo de historia de Canarias puede estructurarse por épocas o periodos: la civilización guanche, el periodo de la Conquista, el siglo XVI-XVIII, el siglo XXI, el s. XX), o bien organizar un módulo por niveles de aprendizaje (por ejemplo un módulo de lectoescritura puede organizarse para sujetos sin conocimientos previos de lectoescritura – nivel de iniciación-, para personas que leen y escriben con dificultades –nivel de mejora-, o bien para individuos con un dominio aceptable del mismo, pero que necesitan más prácticas –nivel de profundización-.

Los módulos de enseñanza son formas organizativas (como también lo son las lecciones, las unidades didácticas, o los diseños curriculares) de los distintos elementos del currículo: los objetivos, contenidos, metodología y evaluación.

Sin embargo, en el proceso real de enseñanza y aprendizaje los módulos deben ser operativizados y presentados al alumnado a través de materiales didácticos (también conocidos como “materiales curriculares”). El conocimiento implicado en cada módulo es enseñando y aprendido a través de los materiales didácticos. Por ello, en la práctica real se tiende a confundir los módulos con los materiales, aunque a efectos teóricos sea necesario distinguirlos.

#### **2.1.2.1.- Modelo didáctico tecnológico.**

La búsqueda de una formación más “moderna” para el alumnado conlleva la incorporación a los contenidos escolares de aportaciones más recientes de corrientes científicas, o incluso de algunos conocimientos no estrictamente disciplinares, más vinculados a problemas sociales y ambientales de actualidad.

Se integran en la manera de enseñar determinadas estrategias metodológicas o técnicas concretas, procedentes de las disciplinas.

Se suele depositar una excesiva confianza en que la aplicación de esos métodos va a producir en el alumno el aprendizaje de aquellas conclusiones ya previamente elaboradas por los científicos.

Para ello se recurre a la combinación de exposición y ejercicios prácticos específicos, lo que suele plasmarse en una secuencia de actividades, muy detallada y dirigida por el profesor, que responde a procesos de elaboración del conocimiento previamente determinados, y que puede incluso partir de las concepciones de los alumnos con la pretensión de sustituirlas por otras más acordes con el conocimiento científico que se persigue.

Sin embargo, junto con este “directivismo” encontramos, a veces, otra perspectiva en la que la metodología se centra en la actividad del alumno, con tareas muy abiertas y poco programadas que el profesor concibe como una cierta reproducción del proceso de investigación científica protagonizado directamente por dicho alumno.

Se da así una curiosa mezcla de contenidos disciplinares y metodologías “activas”, que por encima de su carácter “dual”, es decir, esa mezcla de tradición disciplinar y de activismo, encuentra cierta coherencia en su aplicación, satisfaciendo por lo demás diversas expectativas del profesorado y de la sociedad.

A la hora de la evaluación se intenta medir las adquisiciones disciplinares de los alumnos, aunque también hay una preocupación por comprobar la adquisición de otros aprendizajes más relacionados con los procesos metodológicos empleados.

Un problema importante que se plantea a este enfoque es vincular el desarrollo de las capacidades al contenido con el que se trabajarían y al contexto cultural, pues parece difícil que puedan desarrollarse descontextualizadas e independientes de contenidos específicos.

Por otra parte, tampoco este enfoque tiene en cuenta realmente las ideas o concepciones de los alumnos, con todas sus implicaciones, pues, cuando llega a tomarlas en consideración, lo hace con la intención de sustituirlas por el conocimiento “adecuado”, representado por el referente disciplinar.

### **2.1.3.- FUNDAMENTACIÓN TECNOLÓGICA**

El propulsor en cuestión es un motor naftero de ciclo Atkinson 4 cilindros en línea y 1.798cc de cilindrada, de estructura ligera y muy compacta, específicamente diseñado para trabajar en combinación con el motor eléctrico.

El ciclo Atkinson es una variante del ciclo Otto –cuya patente abarca casi todos los motores de combustión interna de dos y cuatro tiempos- que trabaja con una mayor compresión y, aunque produce menos potencia, logra mayor rendimiento térmico y, por ende, menor consumo.

Entre las innovaciones que presenta, se destaca por ser el primer motor a combustión que no requiere una correa auxiliar para mover los accesorios exteriores, como el compresor del aire acondicionado, la bomba de agua o la bomba de servo dirección. Estos funcionan con electricidad acumulada en la potencia del sistema, ahorrando más energía.

El ciclo Atkinson trata de aprovechar las ventajas que supone una alta relación de compresión reduciendo la duración efectiva de la carrera de compresión con respecto a la de expansión del tradicional ciclo Otto. La forma más viable y sencilla de conseguir esto es retrasar el cierre de la válvula de admisión, permitiendo un cierto reflujó de gases hacia el colector de admisión mientras el pistón asciende. Esa mezcla se aprovecha en el siguiente ciclo de aspiración.

El cierre de la válvula determina la cantidad de gases que permanecen en el interior del cilindro y el comienzo de la compresión. La menor cantidad de mezcla retenida se traduce en unas menores prestaciones, pero autoriza a usar relaciones de compresión altas (13:1 en el Toyota Prius) sin que se produzca detonación, lo que permite un mayor aprovechamiento de la energía liberada en la combustión durante la carrera de expansión. Este ciclo ha sido en ocasiones denominado como «de cinco tiempos»: admisión, reflujó de gases, compresión, expansión y escape.

A pesar de que la instalación de un motor más grande y potente en un sistema híbrido combinado diseñado para minimizar el consumo de combustible pudiera parecer contraproducente, en realidad el mayor cubicaje de la nueva unidad le permite ahorrar más combustible a velocidad de crucero.

En combinación con un nuevo sistema de recirculación del gas de escape refrigerado (EGR, Exhaust Gas Recirculation), la adopción del ciclo Atkinson ofrece una mejora considerable en cuanto a la eficiencia de combustible y la reducción de emisiones.

El sistema EGR refrigerado reintroduce con precisión el gas de escape enfriado de 880°C a 150°C en el sistema de admisión, lo que reduce aún más las temperaturas de funcionamiento del motor, y al mismo tiempo

disminuye las pérdidas de bombeo del motor mediante una reducción de la presión de vacío de la admisión.

La conjunción de estas tecnologías reduce al mínimo las situaciones en que se hace necesario el "enriquecimiento de combustible" para proteger el convertidor catalítico de sobrecalentamientos, y así mejorar el ahorro de combustible y reducir las emisiones.

El motor Toyota que lleva el Prius tiene distribución variable de tipo VVT-i. Puede cerrar la válvula de admisión entre  $78^\circ$  y  $105^\circ$  después del punto muerto inferior. Es decir, en función de las condiciones de funcionamiento, es posible que no cierre las válvulas de admisión hasta después de llevar media carrera ascendente. La relación de compresión real nunca es más de 9:1, mientras que la relación de expansión es 13:1.

El nuevo Prius permite alternar entre 4 modos de conducción a elección del conductor, para potenciar aún más la eficiencia de manejo, la potencia y el ahorro de combustible.

#### a) Modo Normal

En el modo normal de conducción el sistema HSD optimiza el uso de todos los componentes de forma automática alternando la fuente impulsora entre el motor de combustible y el eléctrico, o una combinación de ambos, de acuerdo a las condiciones de manejo.

#### b) Modo EV (Electric Vehicle)

Al presionar el botón EV (con el vehículo completamente detenido), el Prius entrará en modo 100% eléctrico, permitiendo una conducción a bajas velocidades sin utilizar el motor naftero hasta que requiera recargar su batería. Si el conductor presiona el botón EV nuevamente, acelera



repentinamente o sobrepasa los 40 km/h, entrará en modo normal nuevamente. Este modo es ideal cuando se llega o sale de zonas residenciales.

#### c) Modo ECO (Economy)

En el modo ECO se reduce la respuesta de aceleración al pisar agresivamente el pedal del acelerador, y se optimiza el control del aire acondicionado para ahorrar más combustible. Según las condiciones de conducción y de la temperatura ambiente, el modo ECO puede ayudar a los conductores a obtener una reducción de combustible del 8% al 20%.

#### d) Modo PWR (Power)

Este modo cambia la respuesta del vehículo al presionar el acelerador, intensificando la potencia para mejorar la aceleración y el placer de conducción. El modo power ofrece una respuesta máxima de aceleración un 25% superior. Es ideal cuando se requiere una aceleración intensa para el sobrepaso de un vehículo.

### **2.1.4.- FUNDAMENTACIÓN ECOLÓGICA**

#### **Cuidado del Medio Ambiente**

El PRIUS ofrece piezas moldeadas por inyección de origen vegetal en varios puntos, como en las molduras protectoras de zócalos, la tapicería de las bandejas divisoras y los asientos. Asimismo, cuenta con diferentes componentes con características de alta reciclabilidad traducido en:

95% del nuevo Prius es recuperable

85% es reciclable

95% de los componentes de la batería de alto voltaje se puedan reutilizar

El compromiso ambiental de Prius empieza antes de que el usuario tome contacto con el vehículo. Toyota ha concebido cada detalle de su diseño; desde su fabricación, hasta su utilización y disposición final, para asegurar que durante su ciclo de vida provoque el menor impacto ambiental posible.

### **Consumo**

En modo de conducción estándar, el Prius alcanza excelentes resultados en cuanto a consumo urbano, alcanzando un recorrido de 100 kilómetros con sólo 3,9 litros y ofrece una autonomía de 1150 kilómetros con un tanque de combustible de tan sólo 45 litros.

## **2.2.- POSICIONAMIENTO TEÓRICO PERSONAL**

**Según Toyota.com. "El ciclo Atkinson es más eficiente, ya que consigue relaciones más altas de compresión. La gasolina, cuando se encuentra muy comprimida tiende a detonar antes. Pero si se logra una alta relación de compresión, el rendimiento termodinámico es superior. El motor permite relaciones de compresión superiores, sin provocar la detonación espontánea de la mezcla (ya que la presión final equivaldrá a la de un ciclo Otto convencional), pero con un mayor aprovechamiento de la potencia generada durante la combustión, un rendimiento termodinámico superior, mucho más eficiente... y, aquí viene la contra, una menor potencia respecto a un ciclo Otto de cilindrada equivalente".**

El motor de Ciclo Atkinson que propulsa al Toyota Prius, aprovecha la alta relación de compresión, la cual permite un mayor aprovechamiento de la energía liberada en la combustión durante la carrera de expansión, pero debido a que la válvula de admisión tarda en cerrarse en la carrera de compresión, cierta parte de la mezcla retorna al colector de admisión, lo que origina una menor cantidad de mezcla aire-combustible, y por ende este ciclo genera menores prestaciones.

Este motor cuenta con el sistema variable de válvulas inteligente, el cual varía la apertura de la válvula de admisión, respondiendo a las condiciones de la conducción y la carga del motor, de este modo se cambian las características del motor para proporcionar un par instantáneo del motor, a lo largo de todo el recorrido de las revoluciones.

Los beneficios de este sistema se resumen en:

- potente aceleración y -menor consumo de combustible.

El motor del Prius también cuenta con el sistema de control electrónico inteligente del acelerador, el cual facilita la conducción del vehículo en diversas situaciones, este sistema controla la velocidad de ralentí, y trabaja en conjunto con otros sistemas.

### **2.3.- GLOSARIO DE TÉRMINOS**

**ACTUADOR.-** Recibe señales del computador, se denominan actuadores a aquellos elementos que pueden provocar un efecto sobre un proceso automatizado.

**BOBINA.-** Un inductor o bobina es un componente pasivo de un circuito eléctrico que, debido al fenómeno de la autoinducción, almacena energía en forma de campo magnético.

**CAN-BUS.-** Can-Bus es un protocolo de comunicación en serie desarrollado por Bosch para el intercambio de información entre unidades de control electrónicas del automóvil. Can significa Controller Area Network (Red de área de control).

**CKP.-** (crank position sensor) El sensor de posición del cigüeñal controla la posición o la velocidad de rotación del cigüeñal. Esta información es utilizada por los sistemas de gestión del motor para controlar el sistema de encendido de tiempo y otros parámetros del motor.

**CMP.-** (camshaft position sensor) El sensor CMP proporciona la información de posición del árbol de levas para que la computadora identifique la posición de los cilindros y sincronice la activación secuencial de los inyectores.

**DIS.-** Tipo de Encendido electrónico, que consta de sensores de posición del cigüeñal, unidad de control electrónico, bobina doble, sensor de temperatura del circuito de agua motor y sonda de temperatura de aire.

**ECM.-** Es una unidad de control electrónico que administra varios aspectos de la operación del motor. Las unidades de control de motor determinan la cantidad de combustible, el punto de ignición y otros parámetros monitorizando el motor a través de sensores.

**ECT.-** (Coolant Temperature Sensor). El sensor de temperatura del refrigerante ECT mide la temperatura del refrigerante del motor a través de una resistencia, que provoca la caída de voltaje a la computadora para que ajuste la mezcla aire /combustible y la duración de pulsos de los inyectores.

**EFFECTO HALL.-**El efecto Hall consiste en la aparición de un campo eléctrico en un conductor cuando es atravesado por un campo magnético. A este campo eléctrico se le llama campo Hall.

**EGR.-** (válvula de recirculación de gases) La finalidad de esta válvula es diluir la mezcla de aire/combustible que se entrega a la cámara de combustión, consiguiendo de esta manera mantener los compuestos de NOx dentro de los límites respirables.

**ETCS-i.-** Acelerador electrónico con control inteligente; consiste en un cuerpo de aceleración totalmente electrónico, el cual administra la entrada de aire al motor de manera inteligente, optimizando en todo momento el rendimiento de combustible y aumentando la respuesta del motor.

**HV ECU.-**Unidad de control del sistema Híbrido.- Es el centro de la operación híbrida, tiene el control total de la operación, comunica con todos los módulos importantes del sistema Híbrido, y controla de forma directa la electrónica del inversor.

**IAT.-** (Intake Air Temperature)El sensor IAT detecta la temperatura del aire entrante, se utiliza para la detección de la temperatura ambiente en un arranque en frío y la temperatura del aire de admisión mientras el motor calienta el aire entrante.

**INVERSOR.-** La función de un inversor es cambiar un voltaje de entrada de corriente continua a un voltaje simétrico de salida de corriente alterna, con la magnitud y frecuencia deseada por el usuario o el diseñador.

**KS.-** (Knock sensor)Este sensor se utiliza para la detección de vibraciones estructurales provocadas en el encendido por la chispa debido a la combustión incontrolada.

**LEVAS.-** Mecanismo que adopta diversas formas destinado a transmitir o accionar el movimiento de una máquina. Apéndice en un eje para que al girar éste accione la pieza contigua.

**MAF.** (Mass air flow)El sensor MAF está diseñado para medir el flujo de aire que ingresa al motor, este dato viaja hasta el ECM por medio de un cable el cual envía una señal de voltaje que cambia de acuerdo al flujo.

**MAP.**-(manifoldabsolutepressure)El sensor MAP es un sensor que mide la presión absoluta en el colector de admisión.Este sensor se encarga de informar a la ECU el estado de carga del motor y con esta información, la computadora se encarga de ajustar el avance del encendido y el enriquecimiento de la mezcla de combustible.

**MG1.-** Moto Generador 1, es el encargado de arrancar el motor de combustión, mover el vehículo, cargar la batería de alta tensión.

**MG2.-** Moto Generador 2, es el encargado de mover el vehículo, cargar la batería de alta tensión.

**PCV.-** Válvula (Ventilación Positiva del Carter)Esta válvula es la encargada de absorber los gases que se forman en el cárter.

**RESISTOR.-** Se denomina resistor al componente electrónico diseñado para introducir una resistencia eléctrica determinada entre dos puntos de un circuito. En otros casos, como en las planchas, calentadores, etc., los resistores se emplean para producir calor aprovechando el efecto Joule.

**SENSOR.-** Dispositivo que recibe o responde estímulos como la luz, la temperatura, el nivel de radiación, presión, etc., usualmente envía una señal a un observador o a un instrumento de medición o de control

**SOLENOIDE.-** Un actuador electromagnético que se compone de una bobina eléctrica.

**TPS.-** (throttle position sensor)El sensor de posición del acelerador (TPS) es un sensor utilizado para controlar la posición del acelerador en un motor de combustión interna.

**VSV.**La válvula VSV se utiliza para inhibir la operación de la Válvula EGR durante condiciones donde podría afectar de forma adversa el desempeño del motor e impactar negativamente la manejabilidad del vehículo.

**VVT-i.-** Tiempo de apertura de válvulas de admisión variable con inteligencia. Consiste en un mecanismo que permite adelantar o atrasar la apertura y cierre de las válvulas de admisión, de tal manera que el motor siempre presenta su máxima eficiencia y desempeño, bajo cualquier condición.

#### **2.4.- INTERROGANTES DE INVESTIGACIÓN**

¿El modulo didáctico del Toyota Prius posee la información necesaria para entender y comprender su funcionamiento, características, etc.?

¿Qué fines educativos tiene el motor de ciclo Atkinson del Toyota Prius.?

¿Los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz de la Universidad poseen manuales, guías acerca del funcionamiento del motor de ciclo Atkinson.?

## 2.5.- MATRIZ CATEGORIAL

<u>DEFINICION</u>	<u>CATEGORIA</u>	<u>DIMENSION</u>	<u>INDICADORES</u>
<p><b>Módulo de enseñanza</b></p> <p>Es una propuesta organizada de los elementos o componentes instructivos para que el alumno/a desarrolle aprendizajes específicos en torno a un determinado tema o tópico.</p>	Modelos Didácticos	Modelo Didáctico Tecnológico	Técnicas Concretas
<p><b>Motor Térmico de ciclo Atkinson</b></p> <p>El ciclo Atkinson trata de aprovechar las ventajas que supone una alta relación de compresión reduciendo la duración efectiva de la carrera de compresión con respecto a la de expansión del</p>	VVT-i (Variable Valve Timing Intelligent)	Válvulas Inteligentes Tiempo variable	Mejor control Mayor Eficiencia
	ETCS-i (Electronic Throttle Control System-intelligence)	Acelerador Electrónico	Mayor Seguridad
	ESA (Electronic Spa)	Señales de sensores	Menores emisiones contaminantes



tradicional ciclo Otto.	rkAdvance	Calculo de encendido	
	ECU del motor de gasolina	Control de THS-III ECU de HV	Mayor procesamiento de datos

## CAPITULO III

### 3.- MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1.- TIPO DE INVESTIGACIÓN

##### 3.1.1.-DOCUMENTAL

La presente investigación es de tipo **Documental** debido a que toda la información obtenida fue recopilada del manual del fabricante, internet, documentos, revistas afines al tema, la misma que fue analizada, interpretada, comentada, finalmente puesta en práctica.

##### 3.1.2.- PRÁCTICA

La presente investigación es de tipo **Práctica** porque los conocimientos obtenidos, la información recolectada, no quedaron plasmados únicamente en un papel, cada fenómeno investigado fue interpretado a través de la práctica.

#### 3.2.- MÉTODOS

Para la presente investigación se utilizaran los siguientes métodos:

##### 3.2.1.- EMPÍRICOS

##### 3.2.1.1.- OBSERVACIÓN CIENTÍFICA

Para la presente investigación se utilizó el método de la **Observación Científica**, el cual nos permitió conocer las características, partes,

funcionamiento, de este motor de Ciclo Atkinson; mediante la percepción directa de los objetos y fenómenos. La utilización de este método nos permitió orientarnos y llegar hacia el objetivo o fin planteado, a través de este método planificamos el cronograma de actividades, teniendo en cuenta además los objetivos planteados al inicio de este problema.

### **3.2.2.- TEÓRICOS**

#### **3.2.2.1.- CIENTÍFICO**

Para la presente investigación se utilizó el método **Científico**, ya que para la realización de este módulo didáctico, nos regimos a un conjunto de principios, reglas y procedimientos que a través de la investigación, y con la finalidad de alcanzar los objetivos trazados al inicio, nos permitió culminar con la elaboración de este módulo.

#### **3.2.2.2.- ANALÍTICO- SINTÉTICO**

Para la presente investigación se utilizó el método **Analítico- Sintético** debido a que se procedió a distinguir cada componente que conforma este motor, luego se revisó ordenadamente cada uno de ellos por separado. Todos estos elementos o partes no existen independientes una de la otra, la síntesis se produce sobre la base de los resultados previos del análisis.

#### **3.2.2.3.- INDUCTIVO – DEDUCTIVO**

Los cuales nos ayudaron a estudiar y analizar el funcionamiento y mantenimiento del Toyota Prius.

## CAPITULO IV

### 4.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1.- CONCLUSIONES

- El motor térmico de ciclo Atkinson que equipa al Toyota Prius requiere de combustible de alto octanaje debido a las altas compresiones con las que opera, por tal motivo en nuestro país la gasolina SUPER es la que posee el octanaje más cercano al que recomienda el fabricante que es de 95 Octanos, dicha gasolina está en el orden de los 90 Octanos.
- El acelerador electrónico no necesita ajustes, ya que la posición de reposo está determinada por unos muelles internos. Para evitar daños en el potenciómetro del acelerador, no se debe manipular este tornillo.
- La gestión electrónica del motor térmico de ciclo Atkinson del Toyota Prius es similar a la realizada por cualquier motor de térmico de ciclo Otto, ya que el módulo de control de estos recibe y envía señales de los sensores y actuadores respectivamente.
- Para un correcto funcionamiento del convertidor catalítico de tres vías las válvulas de conmutación de vacío y de recirculación de gases de escape deben recibir un mantenimiento en el intervalo establecido por el fabricante.
- La limpieza de los colectores de admisión de los motores que tienen la válvula de recirculación de gases de escape como es el caso, debe ser efectuada con mayor frecuencia ya que la reintroducción de estos gases deja residuos en los mismos disminuyendo la vida útil del motor.
- Un sistema de ventilación positiva del cárter sin mantenimiento fallará rápidamente y el resultado será caro y problemático para el dueño del vehículo. Si el cárter no se ventila adecuadamente, el aceite del motor se contaminará rápidamente y se empezarán a formar acumulaciones de sedimentos en el mismo.

- El mantenimiento adecuado de la válvula de ventilación positiva del cárter ayudará a reducir las emisiones totales del vehículo.
- Con respecto al módulo didáctico hace falta ampliar la información acerca de las formas de onda ilustradas en el trabajo.

#### **4.2.- RECOMENDACIONES**

- Para una correcta utilización, comprensión y un mayor aprovechamiento del módulo didáctico del motor térmico de ciclo Atkinson del vehículo Toyota Prius, la Universidad debería adquirir el scanner TECHSTREAM, scanner oficial de la marca, el cual permite acceder a todas las funciones del vehículo.
- La implementación de un banco de pruebas para este tipo de motores en el taller de la Universidad corroboraría con una enseñanza teórico- práctica de calidad.
- Para un correcto rendimiento termodinámico por parte del motor de ciclo Atkinson únicamente debe ser repostado con gasolina SUPER.
- La malla curricular de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz de la Universidad debe hacer hincapié en la enseñanza de Electrónica Automotriz.
- Al operar o manipular la gestión electrónica del vehículo se debe tener en cuenta el cuidado de las líneas CAN, BEAN, AVC LAN, ya que estas son las responsables de la comunicación entre sistemas del vehículo.
- Se recomienda que el curso impartido por CISE ELECTRONICS a los integrantes del proyecto Toyota Prius, sea dictado a los estudiantes de los niveles superiores de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz.
- Se recomienda realizar un futuro estudio o trabajo de investigación acerca de las formas de onda para reforzar este trabajo.

## **CAPITULO V**

### **5.1. PROPUESTA ALTERNATIVA**

ELABORACIÓN DE UN MÓDULO DIDÁCTICO PARA LA ENSEÑANZA DEL FUNCIONAMIENTO DE LA GESTIÓN ELECTRÓNICA DEL MOTOR TÉRMICO DE CICLO ATKINSON, DEL VEHICULO TOYOTA PRIUS.

### **5.2. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA.**

El módulo de gestión electrónica del motor de ciclo Atkinson fue creado con el fin de que los usuarios de este se vean beneficiados de la información que contiene debido a que en la actualidad por ser esta una nueva y compleja tecnología, es de difícil acceso, sobre todo en nuestro medio en lo que a información técnica se refiere, dicha información es muy necesaria para el técnico de hoy en día, para realizar cualquier mantenimiento en este tipo de vehículos. Por lo general esta información es totalmente confidencial por parte del fabricante en este caso Toyota, o en el mejor de los casos, si se la encuentra no tiene suficiente sustentación técnica. En la actualidad el idioma Inglés es universal, sobre todo en los campos tecnológicos, tal es el caso del manual del motor térmico de ciclo Atkinson.

Además es muy importante contribuir al conocimiento teórico-práctico de los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz.

El módulo de gestión electrónica del motor de ciclo Atkinson es una gran fuente de información para los alumnos de la carrera de Ingeniería en mantenimiento automotriz y para cualquier técnico automotriz que requiera de información técnica.

En la actualidad en nuestro país los vehículos híbridos están ganando mercado notablemente lo cual nos indica que a futuro gran número de vehículos en el Ecuador serán de este tipo y será necesario que los técnicos estén preparados para poder darles mantenimiento para lo cual les será muy útil este módulo.

Asumir el desarrollo de una investigación significa, fortalecer y sintetizar la labor educativa recibida en el aula universitaria y constituirse en un ente capaz de proponer soluciones.

### **5.3. FUNDAMENTACIÓN TECNOLÓGICA.**

Los controles electrónicos del motor son semejantes a cualquier sistema convencional, incorporan elementos como catalizador, sistema de emisiones evaporativas y la recirculación de los gases de escape EGR, controlado mediante el sistema de variación de la distribución VVT-i.

Para el arranque del motor de combustión interna existen varias estrategia que incorporan los Moto Generadores, puesto que no se cuenta con un arranque convencional, en estado detenido lo maneja el Moto Generador MG1, y en movimiento del vehículo se logra por una unión de MG1 y MG2, todos los movimientos del vehículo son posibles por la acción de un sistema de transmisión continua que incorpora un eficiente sistema de engranajes planetarios que relaciona el movimiento del vehículo con el motor de combustión interna y los Moto Generadores MG1 y MG2.

El sistema Inversor permite el movimiento de MG1 en condición de arranque del motor de combustión interna, esto especialmente en el momento que se genere un consumo de la batería de alta tensión HV.

MG1 girado por el motor de combustión interna genera electricidad de alta tensión (máximo 650 V AC) para accionar MG2 y cargar la batería HV.

**ECM (Unidad de control del motor):** Permite el funcionamiento del motor a los diferentes regímenes, dentro de su programación esta apagar y encender el motor de combustión cuando la unidad HV lo requiera, tiene las condiciones similares de operación de cualquier ECM convencional, la única diferencia en cuanto a sensores es que no toma la señal del APP (sensor de posición del acelerador), solo recibe el mensaje a través del Bus de Datos. El ECM recibe el valor de solicitud de alimentación y las revoluciones deseadas de la ECU de control HV, además controla:

- El sistema ETCS-i
- El volumen de inyección de combustible
- El ajuste del encendido
- El sistema VVT-i

**HV ECU (Unidad de control del sistema híbrido):** Es el centro de la operación híbrida, tiene el control total de la operación, comunica con todos los módulos importantes del sistema híbrido, y controla de forma directa la electrónica del Inversor, también recibe sensores como el APP (sensor de posición del acelerador), y señales correspondientes al seleccionador de marchas por parte de la unidad de transmisión.

Esta unidad controla en qué momento se debe accionar y desconectar el motor de inyección al igual que la operación de los Moto Generadores, es importante saber que esta ECU no controla los actuadores del motor de combustión, como tampoco interviene directamente en la manipulación (Potencia) de los Moto Generadores, solo se encarga de la gestión.



Fig. 32. Sensores y Actuadores del THS- III

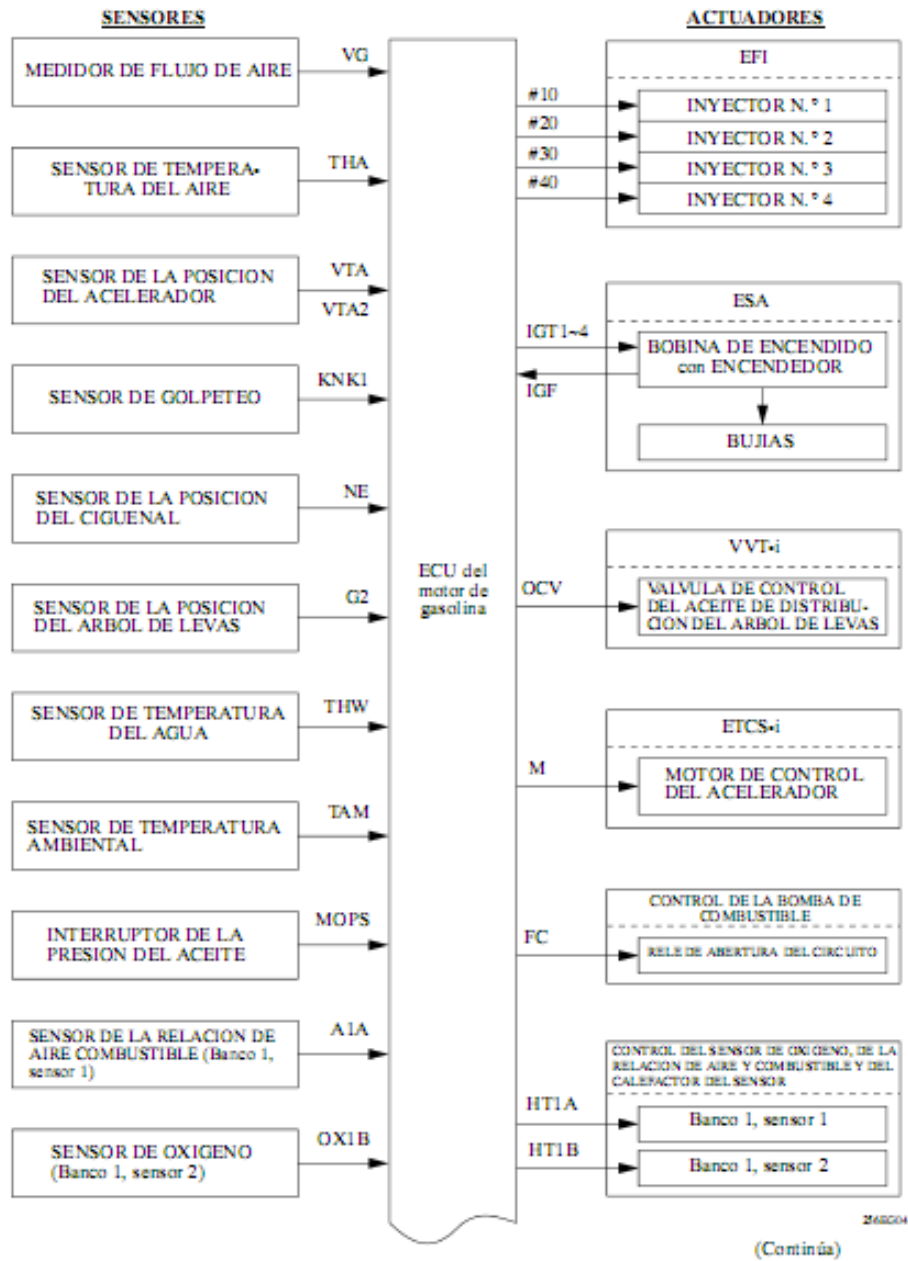
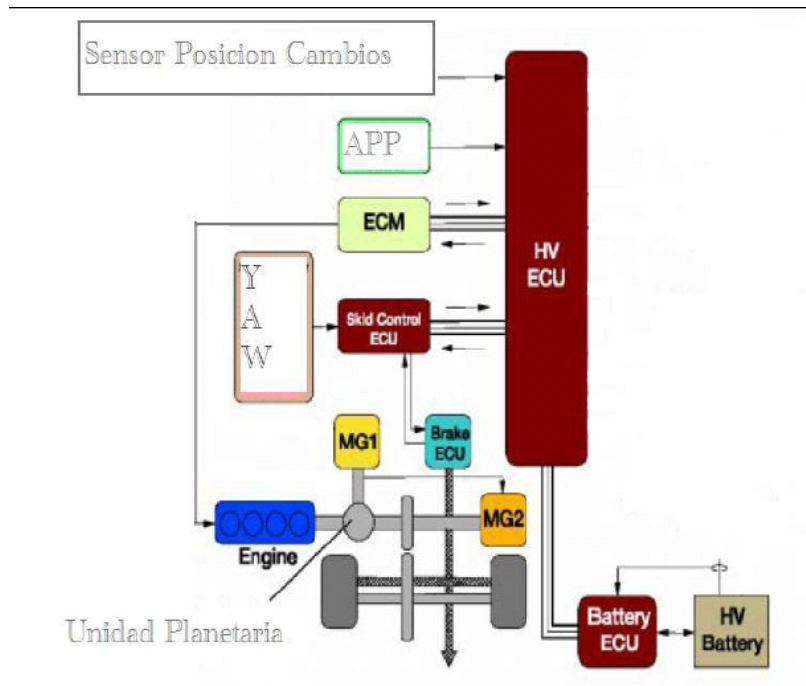


Fig. 33. Componentes del THS- III



Fuente: CISE Electronics.

## 5.4. OBJETIVOS:

### 5.4.1 OBJETIVO GENERAL

“ENSEÑAR EL FUNCIONAMIENTO DE LA GESTIÓN ELECTRÓNICA DEL MOTOR TÉRMICO DE CICLO ATKINSON, DEL VEHICULO TOYOTA PRIUS 2010”.

### 5.4.2.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Conocer los nuevos componentes de la gestión electrónica del motor de ciclo Atkinson.

- Conocer las pruebas y verificar ciertos datos del funcionamiento normal de los componentes electrónicos del motor.
- Reconocer formas de onda de los componentes electrónicos del motor de ciclo Atkinson.

## **5.5. UBICACIÓN SECTORIAL Y FÍSICA**

- La investigación se realizó en la ciudad de Ibarra, específicamente en la Universidad Técnica del Norte, la parte estudiada fue el motor térmico de ciclo Atkinson, del vehículo Toyota Prius.
- El motor térmico de ciclo Atkinson en cuestión va montado en el vehículo Toyota Prius Año Modelo 2010 de Tercera Generación, presenta las siguientes características:

Cilindraje: 1798 cc

Mecanismo de válvulas: 16 válvulas DOCH con VVT-i

Potencia máxima: 99 hp / 5000 rpm

Torque máximo: 142 Nm / 4000 rpm

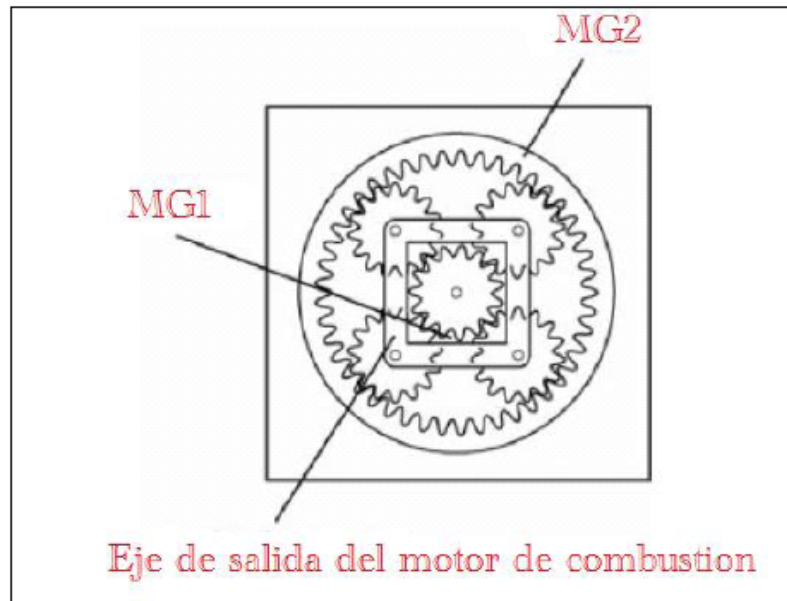
## **5.6. DESARROLLO DE LA PROPUESTA.**

### **5.6.1.- MÓDULO DIDÁCTICO DEL FUNCIONAMIENTO DE LA GESTIÓN ELECTRÓNICA DEL MOTOR TÉRMICO DE CICLO ATKINSON, DEL VEHICULO TOYOTA PRIUS 2010”**

#### **5.6.1.1.- Sistema de Arranque**

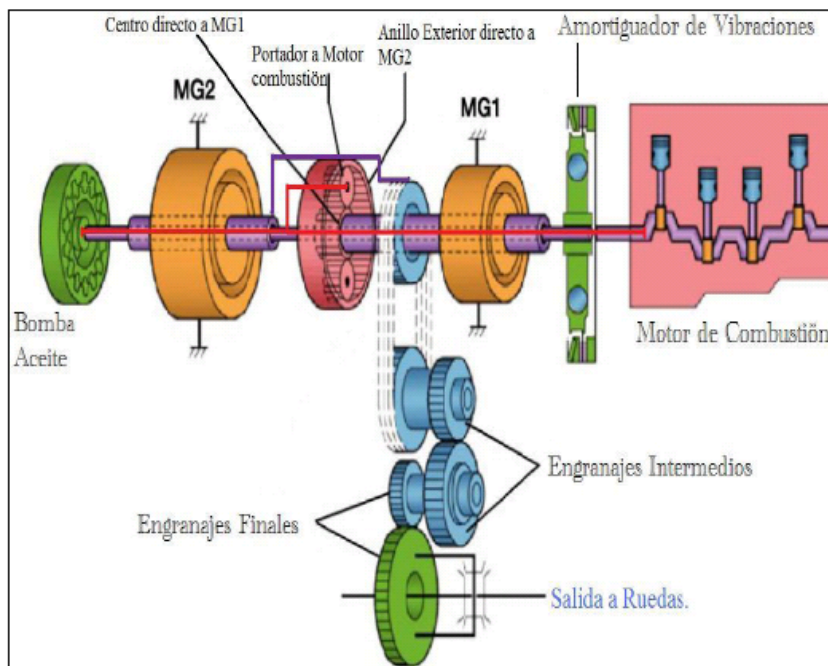
El motor de combustión interna no cuenta con un motor de arranque convencional, lo maneja el Moto Generador MG1.

Fig.34. Esquema del tren Epicicoidal



Fuente: CISE Electronics.

Fig.35. Conjunto Sistema Planetario

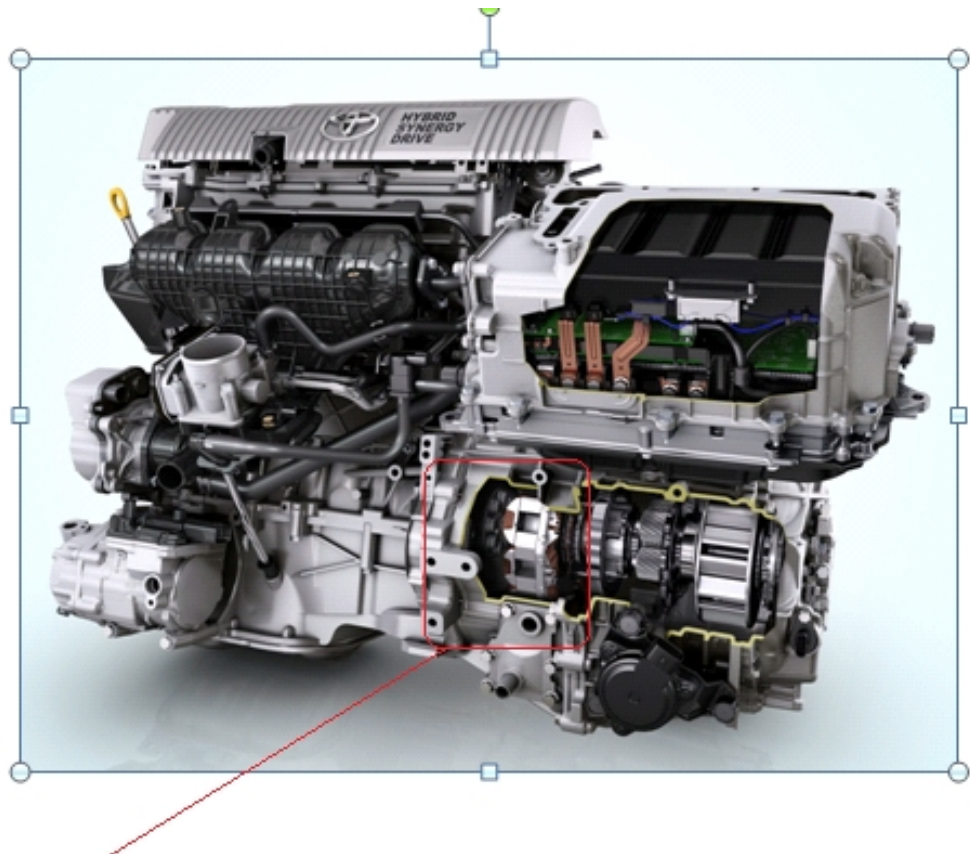


Fuente: CISE Electronics.

Si el motor de combustión está apagado y el automóvil detenido en parqueo, la única forma de hacer girar el motor de combustión es que se accione el MG1, en ese momento al accionarse y estar frenado el aro exterior, la única posibilidad es que el conjunto de los portadores se muevan y como están conectados directamente al motor de combustión, este tendrá que moverse y así arrancar.

Para arrancar el motor de combustión interna MG1 tendrá rpm positivas (entre 7000 y 9000 rpm) y este (motor de combustión interna) ahora convierte al MG1 en generador para cargar la batería.

Fig. 36. Corte Transversal del Conjunto Híbrido (Donde se muestra MG1)



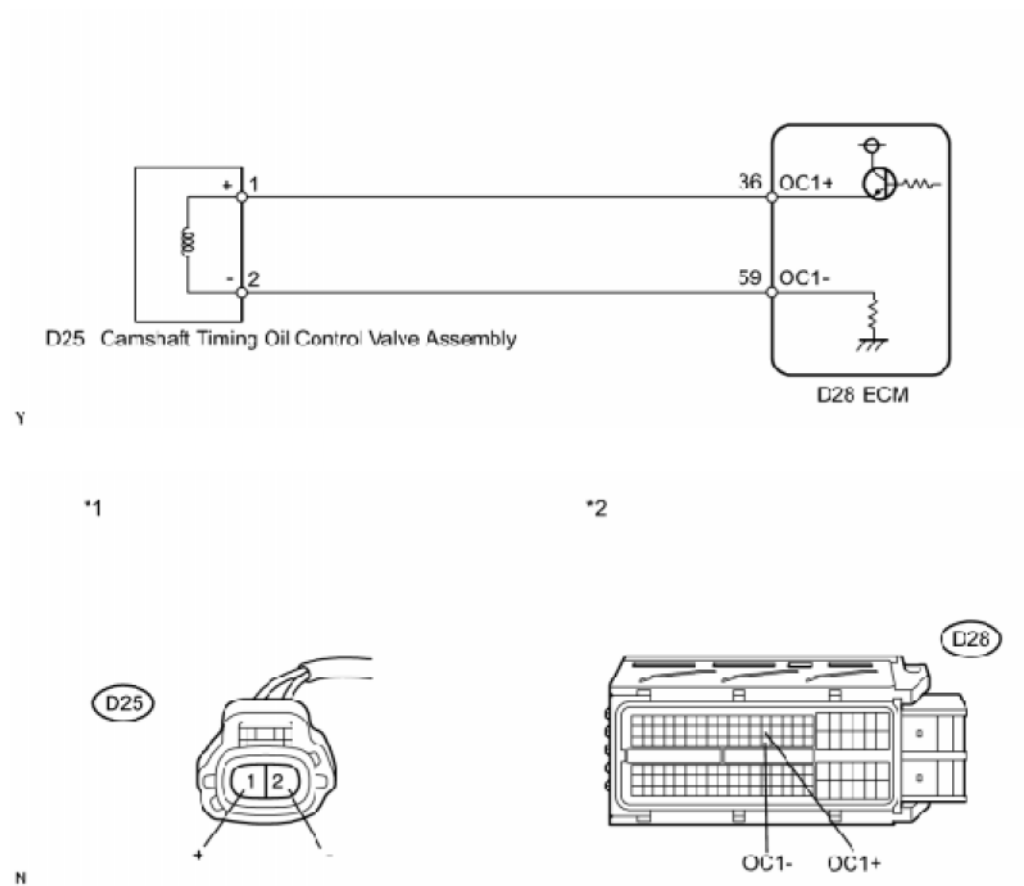
Moto Generador MG1

Fuente: Manual Toyota Prius 2010.

## 5.6.1.2.- VVT-i (Variable valvetimingwithintelligence)Sincronización variable de válvulas con inteligencia

### 5.6.1.2.1.- Diagrama del cableado

Fig.37. Diagrama del Cableado de la Solenoide con su respectivo Socket y del ECM



Fuente: Manual Toyota Prius 2010.

1. Socket de la válvula
2. Conector del ECM

**Resistencia estándar (chequear si hay abierto)**

Tabla 1. (Fíjese Tabla 39, Pág. 122)

TesterConnection	Condición	Condición específica
D25-1 (+) - D28-36 (OC1+)	Siempre	Debajo de 1
D25-2 (-) - D28-59 (OC1-)	Siempre	Debajo de 1

Fuente: Manual Toyota Prius 2010

### Resistencia estándar (chequear si hay corto)

Tabla 2. (Fíjese Tabla 39, Pág. 122)

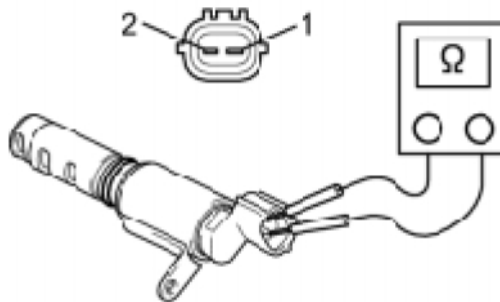
TesterConnection	Condición	Condición específica
D25-1 (+) or D28-36 (OC1+) - Body ground	Siempre	10 k o más
D25-2 (-) or D28-59 (OC1-) - Body ground	Siempre	10 k o más

Fuente: Manual Toyota Prius 2010

#### 5.6.1.2.2.- Inspección

Medir la resistencia de acuerdo a:

Fig.38.Válvula VVT-i



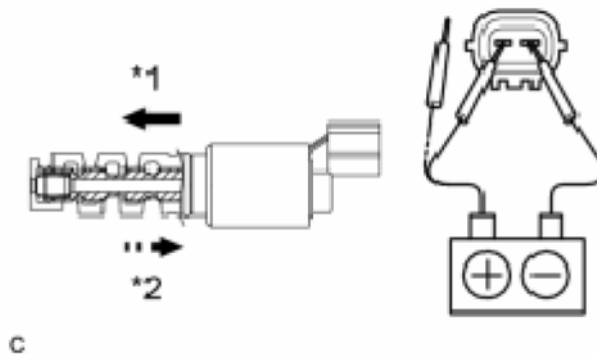
Fuente: Manual Toyota Prius 2010.

Tabla 3. (Fíjese Tabla 39, Pág. 122)

TESTER CONNECTION	CONDITION	SPECIFIED CONDITION
1-2	20°C	6.9 a 7.9

Fuente: Manual Toyota Prius

Fig.39.MediciónVálvula VVT-i



Fuente: Manual Toyota Prius 2010.

*1	When Applied
*2	When Cut Off

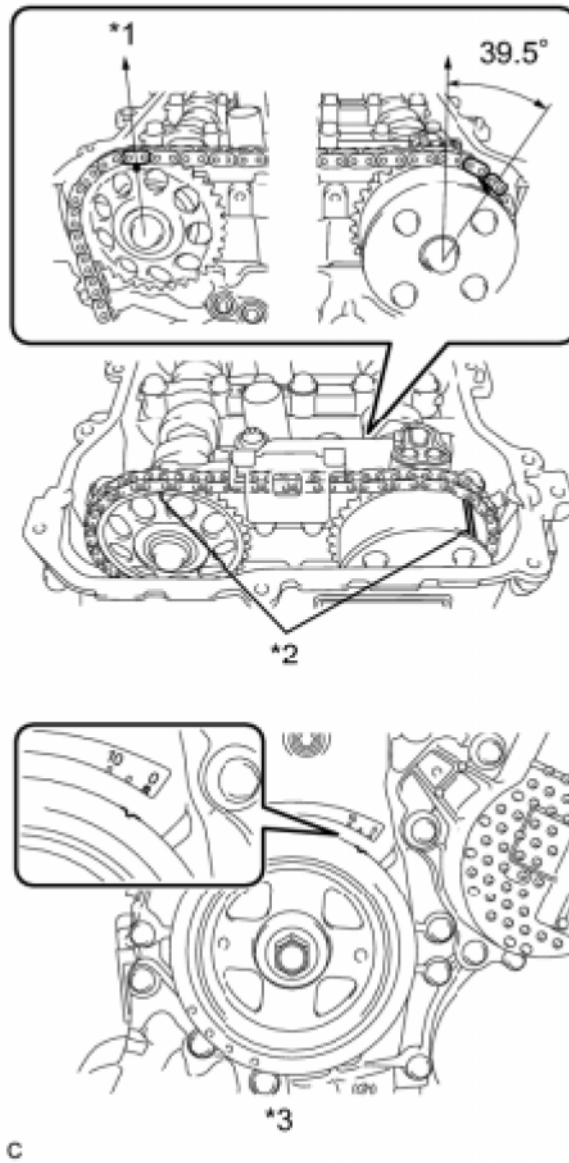
Torque: 10 N·m (102 kgf·cm, 7ft·lbf)

### 5.6.1.2.3.- Ajuste de la sincronización de válvulas

No hay marcas en la culata para encajar con el fin de comprobar la sincronización de válvulas. La sincronización de válvulas únicamente puede ser inspeccionada por el forro de las placas de color en la cadena de distribución con las marcas en las poleas. Puede ser necesario quitar y reinstalar la cadena para que coincida con la marcha, las marcas de alineación.



Fig.40. Sincronización de Válvulas



Fuente: Manual Toyota Prius 2010.

\*1 Parte superior

\*2 Marcas de alineación

\*3 Cilindro No. 1 en el PMS de compresión

#### 5.6.1.2.4.- Fotos y Medidas Realizadas

Fig. 41. Ubicación de la Válvula en el motor.



Válvula VVT-i



Fuente: Benavides Ignacio, Murillo Christian

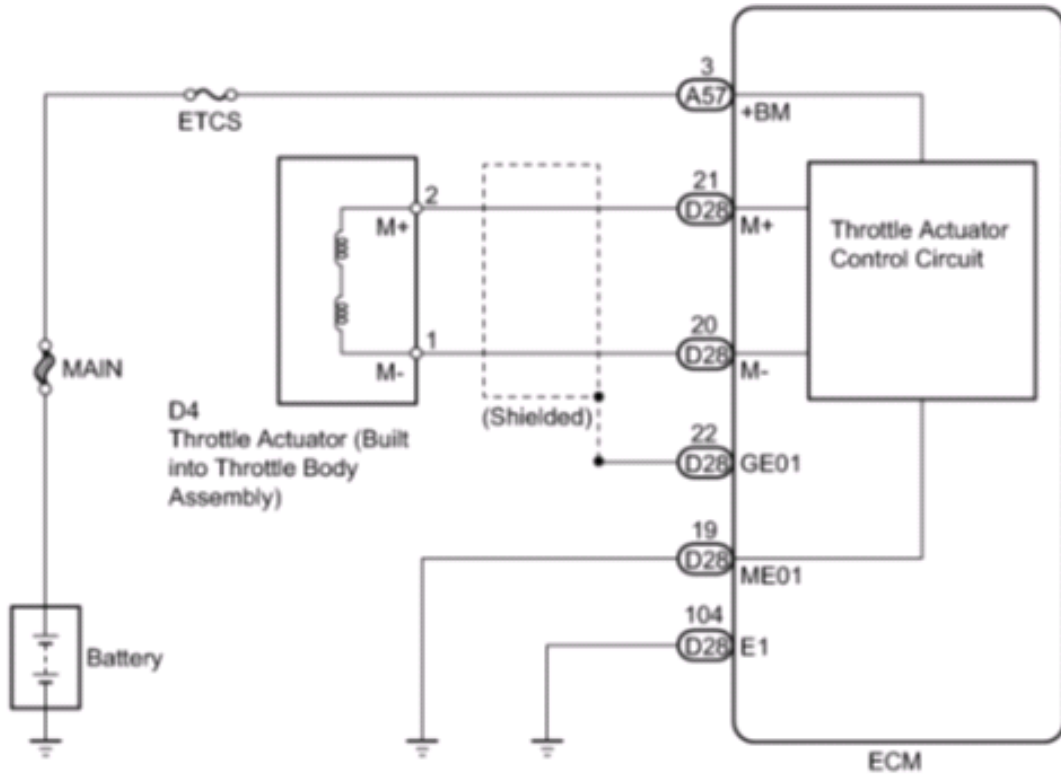
Fig. 42. Resistencia medida: 7,9 (19 °C)



Fuente: Benavides I, Murillo C.

**5.6.1.3.- ETCS-i (Electronic throttle control system with intelligence)  
Sistema de control del acelerador electrónico con inteligencia.**

Fig. 43. Esquema Cuerpo de Aceleración



Fuente: Manual Toyota Prius 2010.

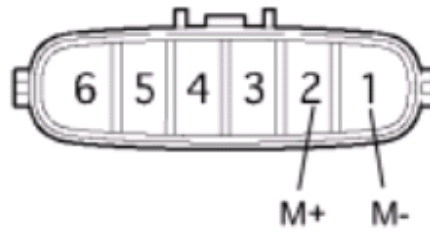
**5.6.1.3.1.- Inspección del cuerpo de aceleración**

Tabla 4. (Fíjese Tabla 39, Pág. 122)

Condición	Velocidad de ralentí del motor
A/C switched off	950 a 1050 rpm

Fuente: Manual Toyota Prius 2010

Fig. 44. Socket del Cuerpo de Aceleración



Fuente: Manual Toyota Prius 2010.

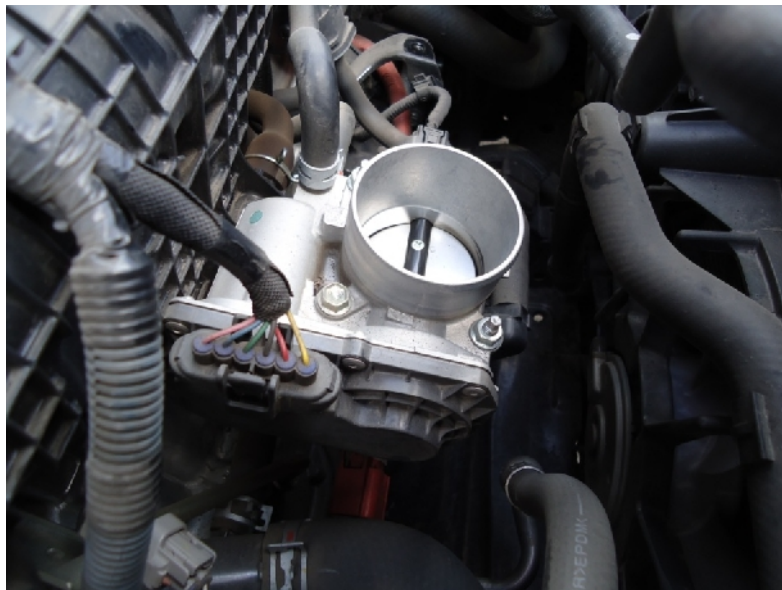
Tabla 5. (Fíjese Tabla 39, Pág. 122)

Tester Conexión	Condición	Condición específica
1 (M-) - 2 (M+)	20°C (68°F)	0.3 a 100

Fuente: Manual Toyota Prius 2010

#### 5.6.1.3.2.- Fotos y Medidas Realizadas

Fig.45. Cuerpo de Aceleración.



Fuente: Benavides I, Murillo C.



Fig. 46. Comprobando la resistencia del Cuerpo de Aceleración.



Fuente: Benavides I, Murillo C.

Fig. 47. Resistencia Medida: 1,9 (19 °C)

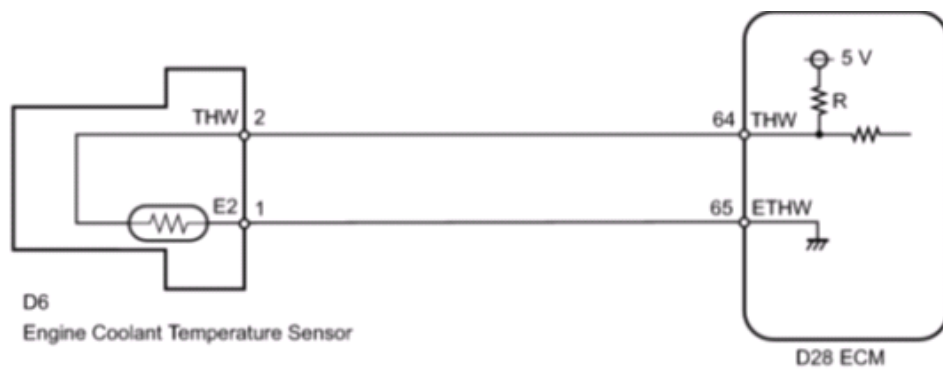


Fuente: Benavides I, Murillo C.

### 5.6.1.4.- Sensor ECT (enginecoolanttemperature) Sensor de temperatura del refrigerante del motor.

#### 5.6.1.4.1.- Diagrama de Cableado

Fig. 48. Diagrama del Cableado



Fuente: Manual Toyota Prius 2010.

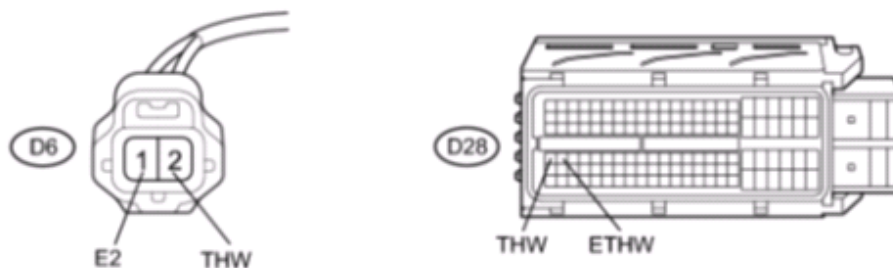
Medir su resistencia:

Chequear su resistencia en agua,

Aprox. 20 °C 2,32 a 2,59 K Aprox. 80 °C 0,310 a 0,326 K

#### 5.6.1.4.2.- Inspección

Fig. 49. Socket Sensor y ECM



Fuente: Manual Toyota Prius 2010.

### Resistencia Estándar (Abierto)

Tabla. 6. (Fíjese Tabla 39, Pág. 122)

Tester conexión	Condición	Condición específica
D6-2 (THW) - D28-64 (THW)	Siempre	Debajo de 1
D6-1 (E2) - D28-65 (ETHW)	Siempre	Debajo de 1

Fuente: Manual Toyota Prius 2010

### Resistencia Estándar (en Corto)

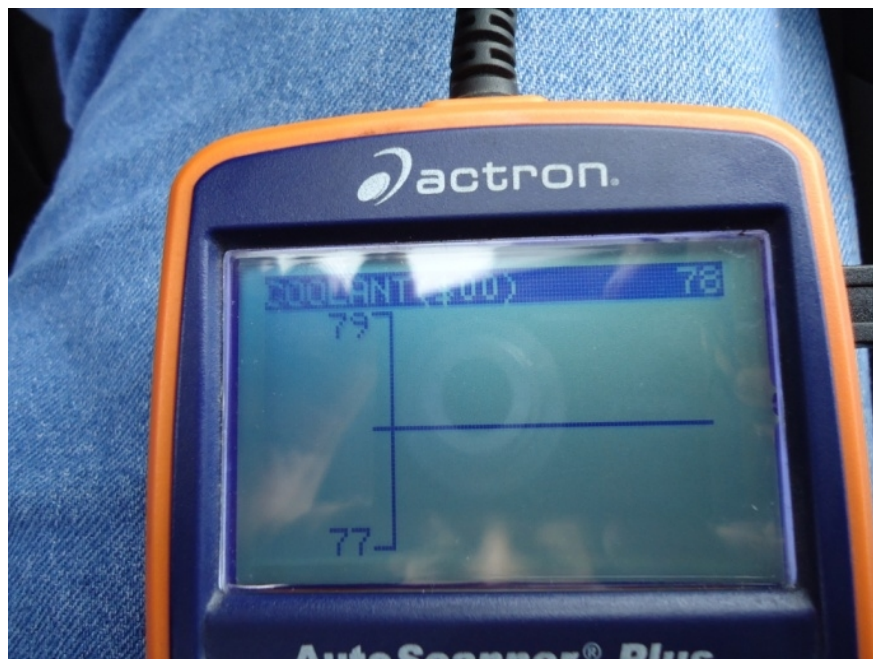
Tabla. 7. (Fíjese Tabla 39, Pág. 122)

Tester conexión	Condición	Condición específica
D6-2 (THW) or D28-64 (THW) - Body ground	Siempre	10 k o más

Fuente: Manual Toyota Prius 2010

#### 5.6.1.4.3.- Pruebas realizadas

Fig. 50. Gráfica de la temperatura del refrigerante con el vehículo detenido y con carga suficiente en la batería



Fuente: Benavides Ignacio, Murillo Christian.



Fig. 51. Toma de medidas en MODO MANTENIMIENTO



Fuente: Benavides Ignacio, Murillo Christian.

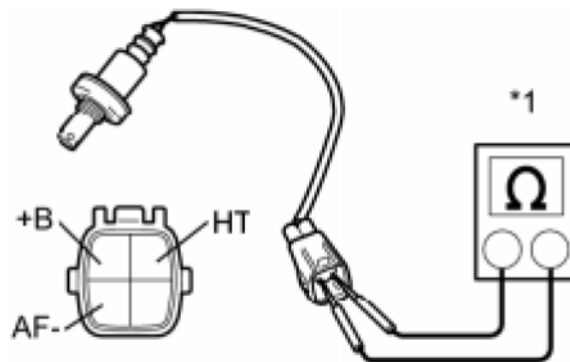
Fig. 52. Sensor ECT



Fuente: Benavides I, Murillo C.

### 5.6.1.5.- Sensor de la relación aire combustible

Fig. 53. Socket del Sensor



Fuente: Manual Toyota Prius 2010.

Medir la resistencia de acuerdo a:

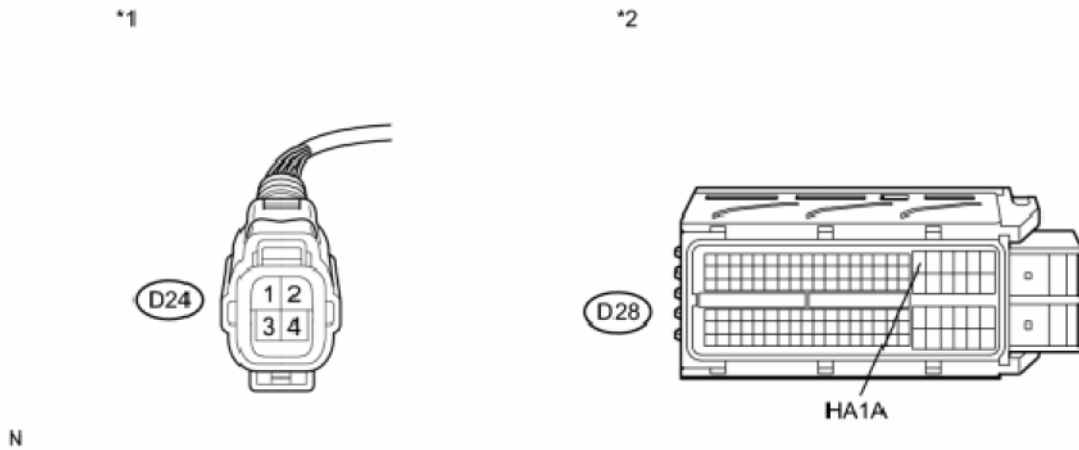
Tabla. 8. (Fíjese Tabla 39, Pág. 122)

Tester Connection	Condition	Specified Condition
(HT) - (+B)	20°C (68°F)	1.8 to 3.4 Ω
(HT) - (AF-)	-	10 kΩ or higher

Fuente: Manual Toyota Prius 2010

Si los resultados no coinciden reemplazar el sensor.

Fig. 54. Socket del Sensor y del ECM



Fuente: Manual Toyota Prius 2010.

\*1 Conector del sensor\*2 Conector ECM

Tabla. 9. (Fíjese Tabla 39, Pág. 122)

Tester Connection	Condición del switch	Condición específica
D24-2 (+B) - Body ground	Power switch on (IG)	11 a 14 V

Fuente: Manual Toyota Prius 2010

### Resistencia estándar (abierto)

Tabla. 10. (Fíjese Tabla 39, Pág. 122)

Tester Connection	Condición	Condición específica
D24-1 (HA1A) - D28-18 (HA1A)	Siempre	Debajo de 1

Fuente: Manual Toyota Prius 2010

### Resistencia estándar (en corto)

Tabla. 11. (Fíjese Tabla 39, Pág. 122)

Tester Connection	Condición	Condición específica
D24-1 (HA1A) or D28-18 (HA1A) - Body ground	Siempre	10 k o más

Fuente: Manual Toyota Prius 2010

#### 5.6.1.5.1.- Fotos y Medidas Realizadas

Fig. 55. Sensor Relación Aire-Combustible



Fuente: Benavides I, Murillo C.

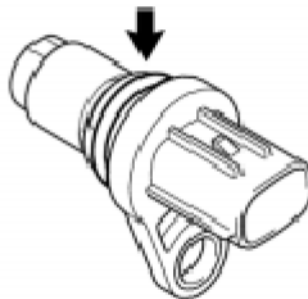
Fig. 56. Resistencia Medida: 2,5 (19 °C)



Fuente: Benavides I, Murillo C.

#### 5.6.1.6.- CMP Sensor de posición del árbol de levas

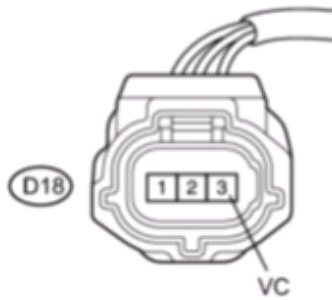
Fig. 57. Sensor CMP



T

Fuente: Manual Toyota Prius 2010.

Fig. 58. Socket Sensor CMP



Fuente: Manual Toyota Prius 2010.

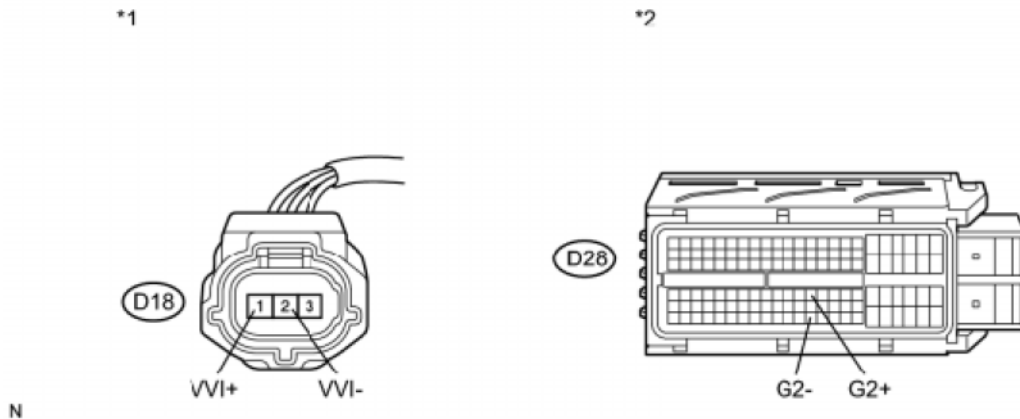
**Voltaje estándar**

Tabla. 12. (Fíjese Tabla 39, Pág. 122)

TESTER CONNECTION	CONDITION	SPECIFIED CONDITION
D18-3 (VC) - Body ground	Power switch on (IG)	4.5 a 5.0 V

Fuente: Manual Toyota Prius 2010

Fig. 59. Socket del Sensor y del ECM



Fuente: Manual Toyota Prius 2010.

### Resistencia estándar (chequear para abierto)

Tabla. 13. (Fíjese Tabla 39, Pág. 122)

Tester Conexión	Condición	Condición específica
D18-1 (VVI+) - D28-76 (G2+)	Siempre	Debajo 1
D18-2 (VVI-) - D28-122 (G2-)	Siempre	Debajo 1

Fuente: Manual Toyota Prius 2010.

### Resistencia estándar (chequear para corto)

Tabla. 14. (Fíjese Tabla 39, Pág. 122)

Tester Conexión	Condición	Condición específica
D18-1 (VVI+) or D28-76 (G2+) - Body ground	Siempre	10 k o más
D18-2 (VVI-) or D28-122 (G2-) - Body ground	Siempre	10 k o más

Fuente: Manual Toyota Prius 2010.

Torque: 10 N·m (102 kgf·cm, 7ft·lbf)

#### 5.6.1.6.1.- Fotos y Medidas Realizadas

Fig. 60. Sensor CMP



Fuente: Benavides I, Murillo C.



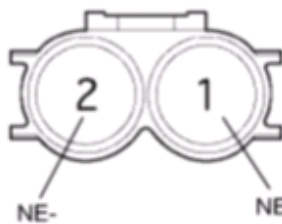
Fig. 61. Resistencia Medida: 1,248 K



Fuente: Benavides I, Murillo C.

### 5.6.1.7.- CKP Sensor de posición del cigüeñal

Fig. 62. Socket del Sensor.



Fuente: Benavides I, Murillo C.

### Resistencia estándar

Tabla. 15. (Fíjese Tabla 39, Pág. 122)

TESTER CONNECTION	CONDITION	SPECIFIED CONDITION
1 (NE) - 2 (NE-)	Frío (bobinas)	1630 a 2740
1 (NE) - 2 (NE-)	Caliente (bobinas)	2065 a 3225

Fuente: Manual Toyota Prius 2010.



Fig. 63. Socket del sensor y del ECM



Fuente: Manual Toyota Prius 2010.

### Resistencia estándar (chequear para abierto)

Tabla. 16.(Fijese Tabla 39, Pág. 122)

Tester Conexión	Condición	Condición específica
D27-1 (NE) - D28-74 (NE+)	Siempre	Debajo 1
D27-2 (NE-) - D28-120 (NE-)	Siempre	Debajo 1

Fuente: Manual Toyota Prius 2010.

### Resistencia estándar (chequear para corto)

Tabla. 17.(Fijese Tabla 39, Pág. 122)

Tester Conexión	Condición	Condición específica
D27-1 (NE) or D28-74 (NE+) - Body ground	Siempre	10 k o más
D27-2 (NE-) or D28-120 (NE-) - Body ground	Siempre	10 k o más

Fuente: Manual Toyota Prius 2010.

### 5.6.1.7.1.- Inspección

Medir las resistencias de acuerdo a:

Fig. 64. Sensor CKP

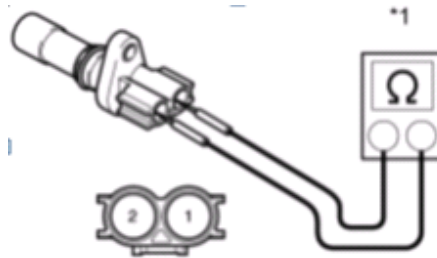


Tabla. 18.(Fíjese Tabla 39, Pág. 122)

TESTER CONNECTION	CONDITION	SPECIFIED CONDITION
1-2	-10 to 50°C (14 to 122°F)	1850 a 2450

Fuente: Manual Toyota Prius 2010.

Torque: 10 N·m (102 kgf·cm, 7ft·lbf)

### 5.6.1.7.2.- Fotos y Mediciones realizadas

Fig. 65. Sensor CKP



Fuente: Benavides I, Murillo C.

Fig. 66. Sensor CKP



Fuente: Benavides I, Murillo C.

Fig. 67. Resistencia Medida: 2,117 K



Fuente: Benavides I, Murillo C.

### 5.6.1.8.- Sensor de oxígeno

Fig. 68. Socket del Sensor.



Fuente: Manual Toyota Prius 2010.

1 Conector del sensor

Medir la resistencia de acuerdo a:

Tabla. 19. (Fíjese Tabla 39, Pág. 122)

Tester Connection	Condition	Specified Condition
1 (HT1B) - 2 (+B)	20°C (68°F)	11 a 16
1 (HT1B) - 4 (E2)	Siempre	10 k o más

Fuente: Manual Toyota Prius 2010.

Si los resultados no son como los mostrados, reemplazar el sensor.

Fig. 69. Socket del sensor y del ECM



Fuente: Manual Toyota Prius 2010.

### Resistencia estándar (abierto)

Tabla. 20. (Fíjese Tabla 39, Pág. 122)

TesterConnection	Condición	Condición específica
D9-1 (HT1B) - D28-41 (HT1B)	Siempre	Debajo de 1

Fuente: Manual Toyota Prius 2010.

Tabla. 21.(Fíjese Tabla 39, Pág. 122)

### Resistencia estándar (en corto)

TesterConnection	Condición	Condición específica
D9-1 (HT1B) or D28-41 (HT1B) - Body ground	Siempre	10 k o más

Fuente: Manual Toyota Prius 2010.

#### 5.6.1.8.1.- Fotos y Medidas Realizadas

Fig. 70. Sensor O2



Fuente: Benavides I, Murillo C.

Fig. 71. Resistencia Medida: 13,9



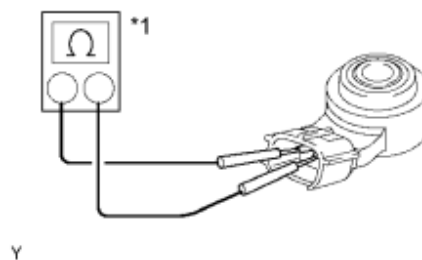
Fuente: Benavides I, Murillo C.

### 5.6.1.9.- Sensor de golpeteo (knock sensor)

#### 5.6.1.9.1.- Inspección

Medir la resistencia

Fig. 72. Sensor Oxígeno



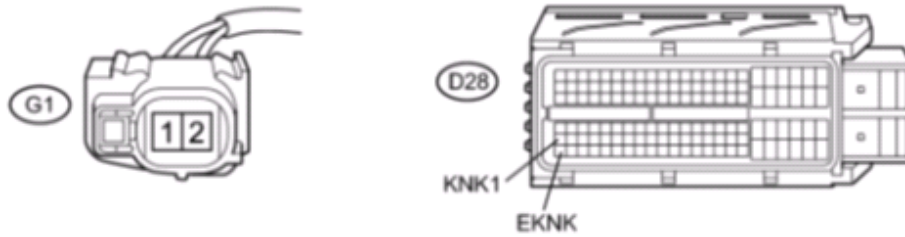
Fuente: Manual Toyota Prius 2010.

Tabla. 22. (Fíjese Tabla 39, Pág. 122)

Tester Connection	Condition	Specified Condition
1-2	20°C (68°F)	120 a 280 k

Fuente: Manual Toyota Prius 2010.

Fig. 73. Socket del Sensor y del ECM



Fuente: Manual Toyota Prius 2010

### Resistencia estándar (chequear abierto)

Tabla. 23. (Fíjese Tabla 39, Pág. 122)

Tester Conexión	Condición	Condición específica
G1-2 - D28-87 (KNK1)	Siempre	Debajo de 1
G1-1 - D28-110 (EKNK)	Siempre	Debajo de 1

Fuente: Manual Toyota Prius 2010.

### Resistencia estándar (en corto)

Tabla. 24. (Fíjese Tabla 39, Pág. 122)

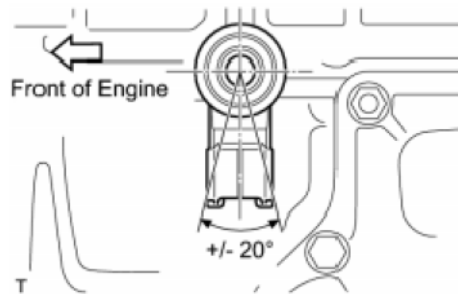
Tester Conexión	Condición	Condición específica
G1-2 or D28-87 (KNK1) - Body ground	Siempre	10 k o más
G1-1 or D28-110 (EKNK) - Body ground	Siempre	10 k o más

Fuente: Manual Toyota Prius 2010.



### 5.6.1.9.2.- Instalación:

Fig. 74. Posición correcta del Sensor KS

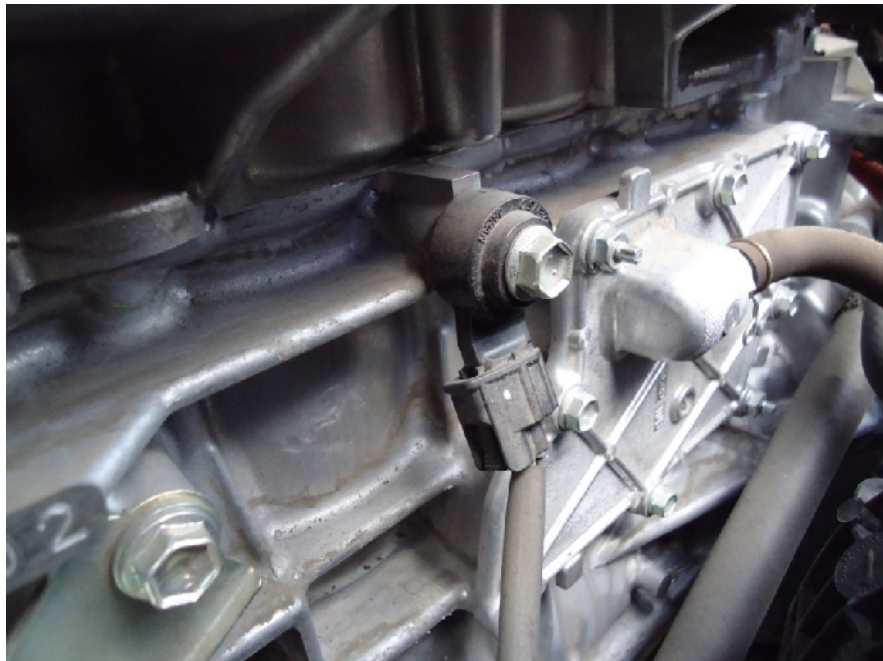


Fuente: Manual Toyota Prius 2010

Torque: 20 N·m (204 kgf·cm, 15ft·lbf)

### 5.6.1.9.3.- Fotos y Medidas Realizadas

Fig. 75. Sensor KS



Fuente: Benavides I, Murillo C.



Fig. 76. Sensor KS



Fuente: Benavides I, Murillo C.

Fig. 77. Resistencia Medida: 200,3 K



Fuente: Benavides I, Murillo C.

### 5.6.1.10.- MAF (Mass air flow) Sensor del flujo de aire

#### Condiciones estándar

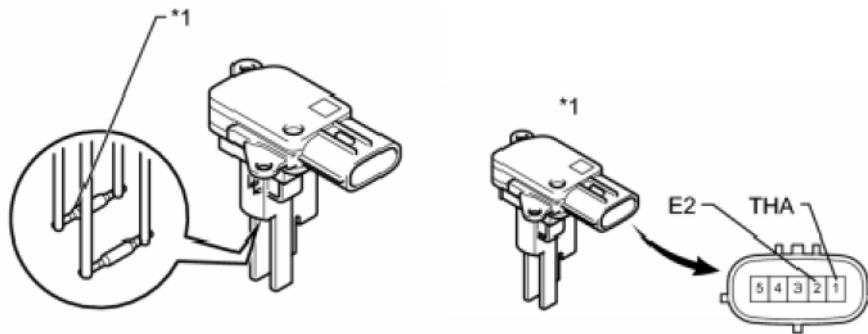
Tabla. 25.(Fíjese Tabla 39, Pág. 122)

Tester Display	Condition	Standard Condition
MAF	-Motor 0 rpm -30 segundos después de arrancar (IG)	Menos de 0.25 g/seg.

Fuente: Manual Toyota Prius 2010.

Reemplazar el sensor, si los resultados no son como los especificados

Fig. 78. Vista de las resistencias de Platino del Sensor MAF y su respectivo Socket



Fuente: Manual Toyota Prius 2010

\*1 Platinum Hot Wire (Heater)

Medir las resistencias, de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla. 26. (Fíjese Tabla 39, Pág. 122)

Tester Connection	Condition	Specified Condition
1 (THA) - 2 (E2)	-20°C (-4°F)	13.6 a 18.4 k
1 (THA) - 2 (E2)	20°C (68°F)	2.21 a 2.69 k

1 (THA) - 2 (E2)	60°C (140°F)	0.49 a 0.67 k
------------------	--------------	---------------

Fuente: Manual Toyota Prius 2010.

Fig. 79. Socket del Sensor y del ECM



Fuente: Manual Toyota Prius 2010.

### Resistencia estándar (abierto)

Tabla. 27. (Fíjese Tabla 39, Pág. 122)

TesterConnection	Condición	Condición específica
D5-5 (VG) - D28-94 (VG)	Siempre	Debajo de 1
D5-4 (E2G) - D28-117 (E2G)		

Fuente: Manual Toyota Prius 2010.

### Resistencia estándar (en corto)

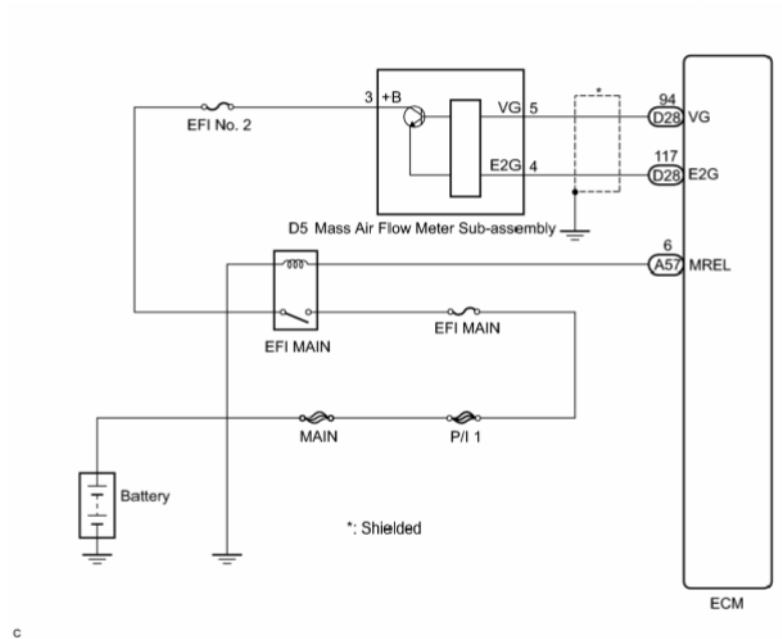
Tabla. 28. (Fíjese Tabla 39, Pág. 122)

TesterConnection	Condición	Condición específica
D5-5 (VG) or D28-94 (VG) - Body ground	Siempre	10 k o más

Fuente: Manual Toyota Prius 2010.

### 5.6.1.10.1.- Diagrama del cableado

Fig. 80. Diagrama del Cableado Sensor MAF



Fuente: Manual Toyota Prius 2010

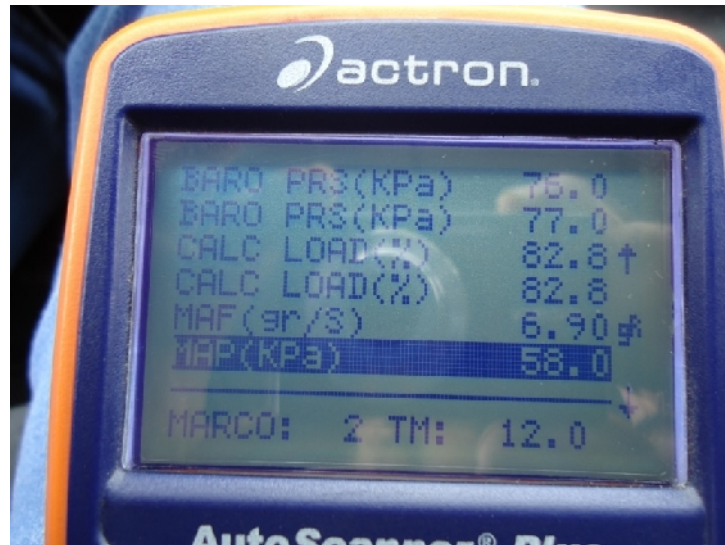
### 5.6.1.10.2.- Fotos y Medidas Realizadas

Fig. 81. Valores del Sensor MAF con el vehículo detenido con carga suficiente



Fuente: Benavides Ignacio, Murillo Christian.

Fig. 82. Valores con el vehículo cargando y andando



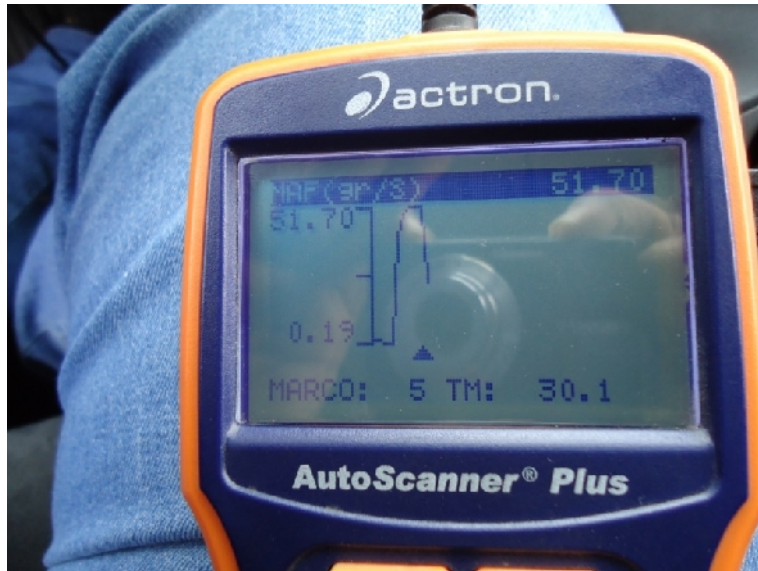
Fuente: Benavides Ignacio, Murillo Christian.

Fig. 83. Grafica con Valores de una aceleración fuerte



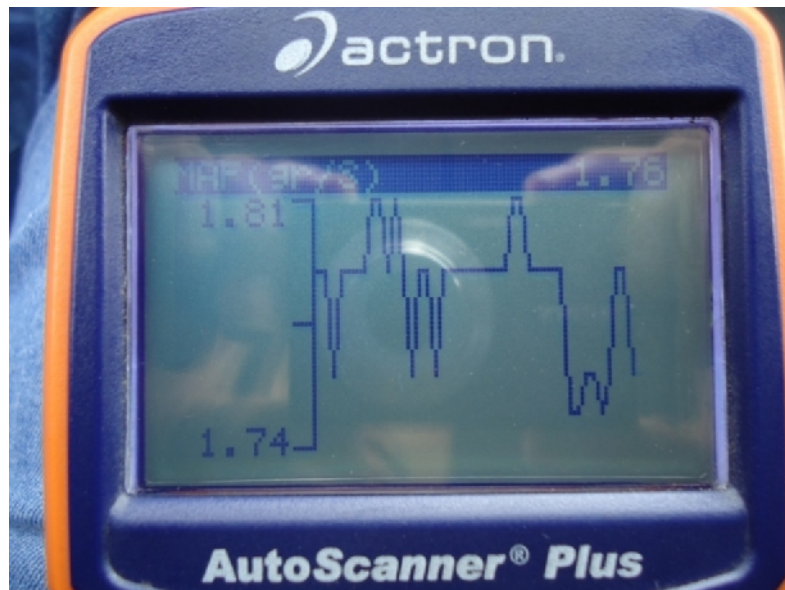
Fuente: Benavides I, Murillo C.





Fuente: Benavides Ignacio, Murillo Christian.

Fig. 84. Grafica Sensor MAF (Modo Mantenimiento)



Fuente: Benavides Ignacio, Murillo Christian.

Fig. 85. Vista del Sensor MAF



Fuente: Benavides I, Murillo C.

Fig. 86. Vista del Sensor MAF dentro del Múltiple de Admisión



Fuente: Benavides I, Murillo C.

Fig. 87. Resistencia Medida: 2,034 K

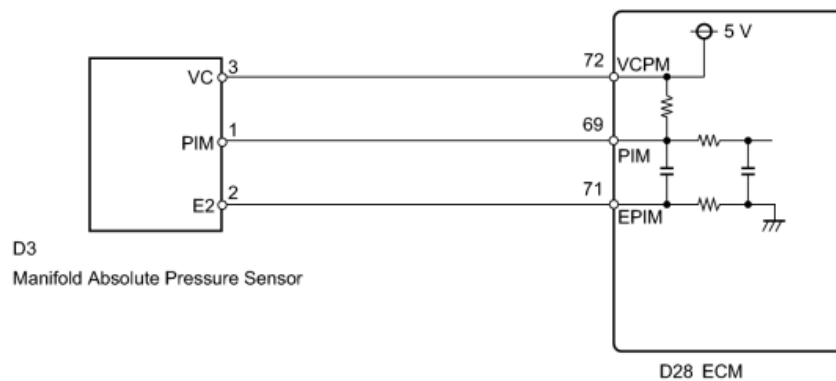


Fuente: Benavides I, Murillo C.

### 5.6.1.11.- MAP (Manifold absolute pressure) Sensor de la presión absoluta del múltiple de admisión.

#### 5.6.1.11.1.- Diagrama del cableado

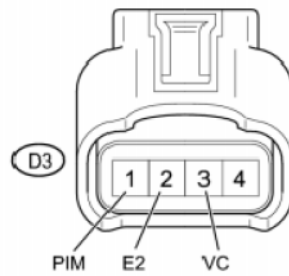
Fig. 88. Diagrama del Cableado Sensor MAP y su respectivo Socket.



c



\*1



c

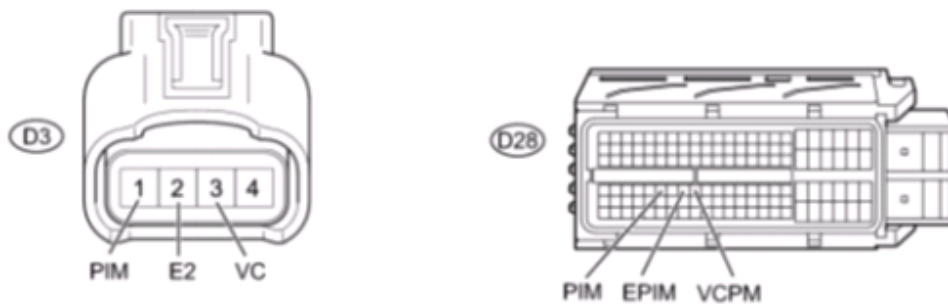
Fuente: Manual Toyota Prius 2010.

Tabla. 29.(Fíjese Tabla 39, Pág. 122)

TesterConexión	Switch condición	Condición específica
D3-3 (VC) - D3-2 (E2)	Powerswitchon (IG)	4.5 a 5.5 V
D3-1 (PIM) - D3-2 (E2)	Powerswitchon (IG)	4.0 a 5.0 V

Fuente: Manual Toyota Prius 2010.

Fig. 89. Socket del Sensor y del ECM.



Fuente: Manual Toyota Prius 2010.

### Resistencia estándar (abierto)

Tabla. 30. (Fíjese Tabla 39, Pág. 122)

TesterConexión	Condición	Condición específica
D3-3 (VC) - D28-72 (VCPM)	Siempre	Debajo de 1

D3-2 (E2) - D28-71 (EPIM)		
D3-1 (PIM) - D28-69 (PIM)		

Fuente: Manual Toyota Prius 2010.

### Resistencia estándar (en corto)

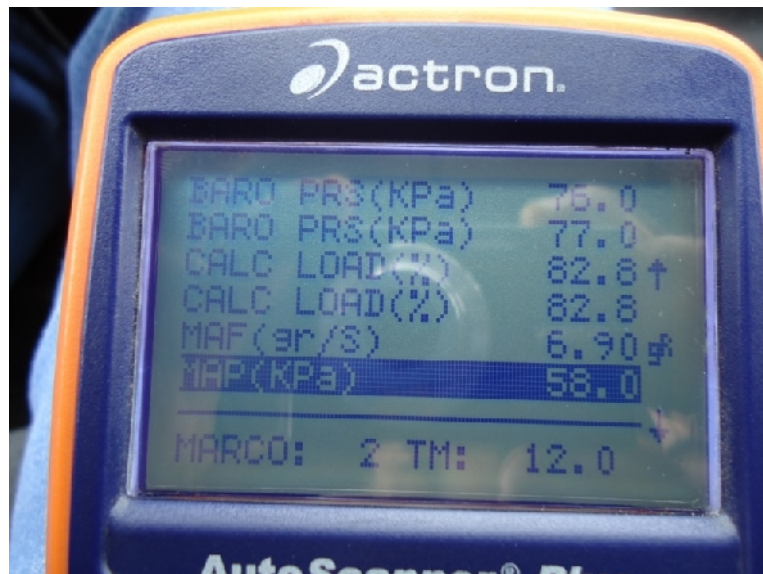
Tabla. 31. (Fíjese Tabla 39, Pág. 122)

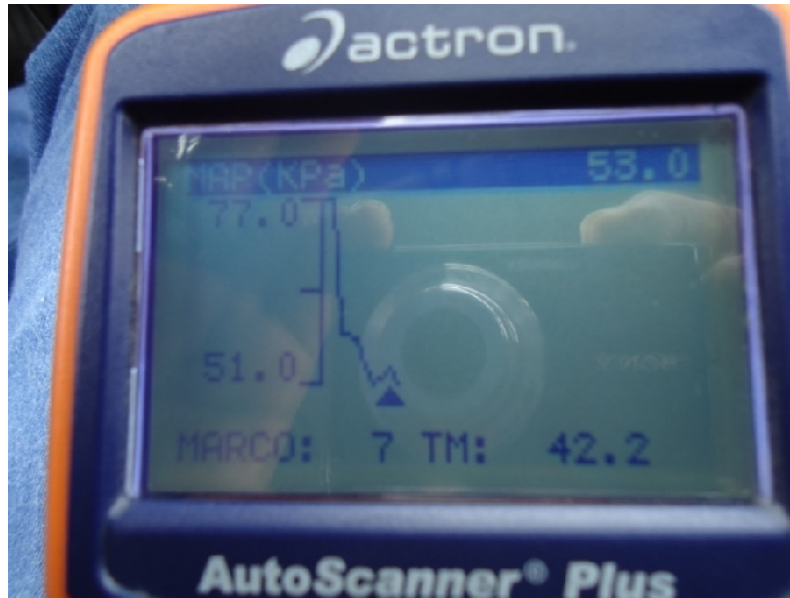
TesterConexión	Condición	Condición específica
D3-3 (VC) or D28-72 (VCPM) - Body ground	Siempre	10 k o más
D3-2 (E2) or D28-71 (EPIM) - Body ground		
D3-1 (PIM) or D28-69 (PIM) - Body ground		

Fuente: Manual Toyota Prius 2010.

### 5.6.1.11.2.- Fotos y Medidas Realizadas

Fig. 90. Gráfica y Valores con el vehículo cargando y andando





Fuente: Benavides Ignacio, Murillo Christian.

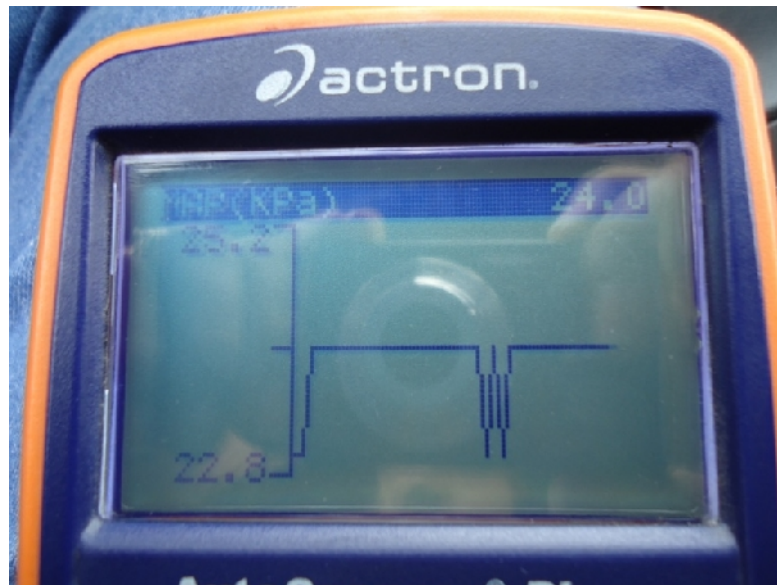
Fig. 91. Gráfica y valores a plena carga





Fuente: Benavides Ignacio, Murillo Christian.

Fig. 92. Sensor MAP (Modo Mantenimiento)



Fuente: Benavides Ignacio, Murillo Christian.



Fig. 93. Vista del Sensor MAP, ubicado en el cuerpo de aceleración.



Fuente: Benavides I, Murillo C.

Fig. 94. Sensor MAP



Fuente: Benavides I, Murillo C.

Fig. 95. Resistencia Medida: 10,14 K

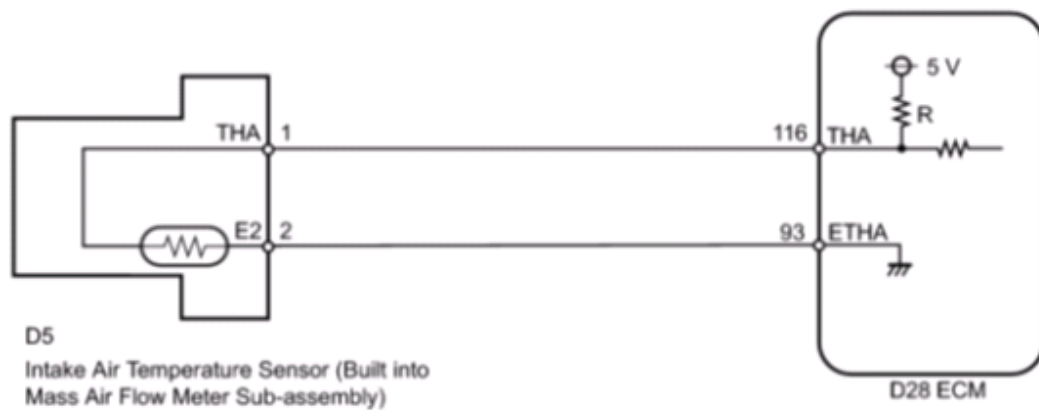


Fuente: Benavides I, Murillo C.

### 5.6.1.12.- Sensor de temperatura del aire de admisión (IAT)

#### 5.6.1.12.1.- Diagrama del cableado

Fig. 96. Diagrama del Cableado Sensor IAT, ubicado dentro del sensor MAF



Fuente: Manual Toyota Prius 2010.

### 5.6.1.12.2.- Inspección

Fig. 97. Socket del Sensor IAT y del ECM



Fuente: Manual Toyota Prius 2010.

### Resistencias estándar (abierto)

Tabla. 32.(Fíjese Tabla 39, Pág. 122)

Tester Conexión	Condición	Condición específica
D5-1 (THA) - D28-116 (THA)	Siempre	Debajo de 1
D5-2 (E2) - D28-93 (ETHA)	Siempre	Debajo de 1

Fuente: Manual Toyota Prius 2010.

### Resistencia estándar (en Corto)

Tabla. 33. (Fíjese Tabla 39, Pág. 122)

Tester Conexión	Condición	Condición específica
D5-1 (THA) or D28-116 (THA) - Body ground	Siempre	10 k o más

Fuente: Manual Toyota Prius 2010.

### 5.6.1.12.3.-Fotos y Medidas Realizadas

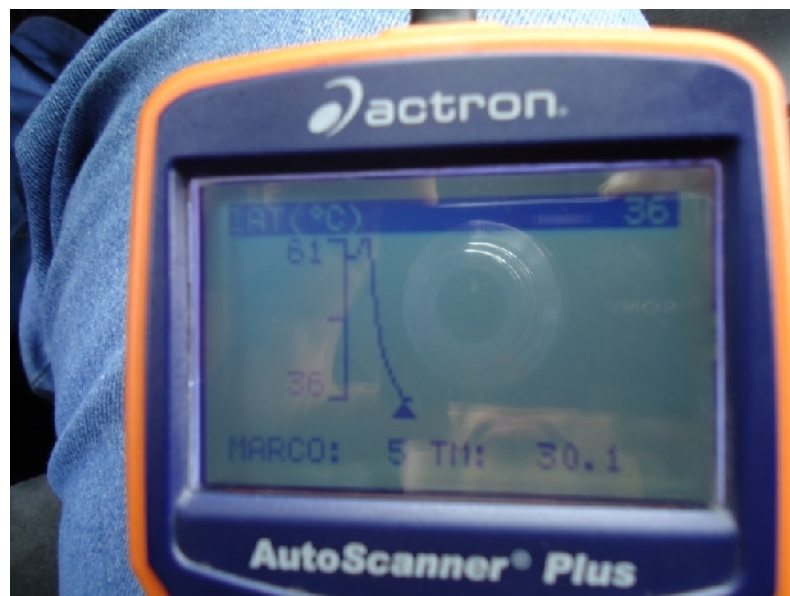
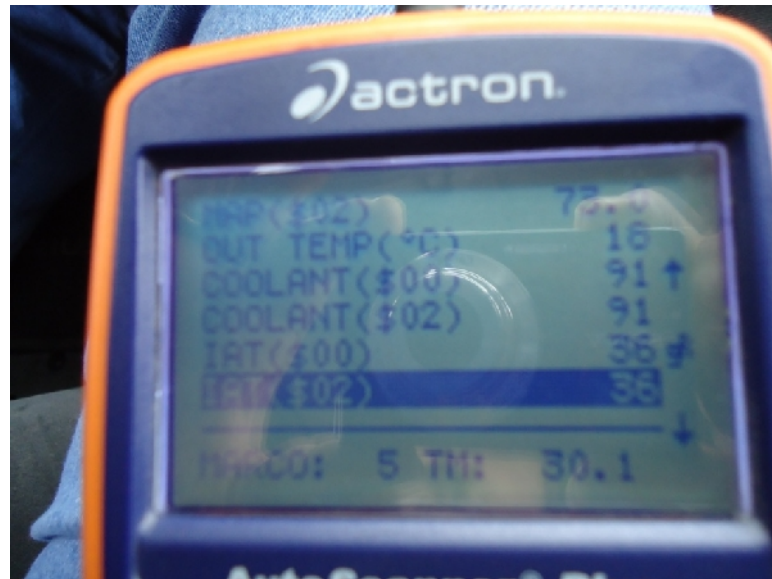
Fig. 98. Gráfica y Valores con el vehículo cargando y andando



Fuente: Benavides Ignacio, Murillo Christian.



Fig. 99. Gráfica y Valores con el vehículo a plena carga



Fuente: Benavides Ignacio, Murillo Christian.

Fig. 100. Sensor MAF, en el cual se ubica el sensor IAT

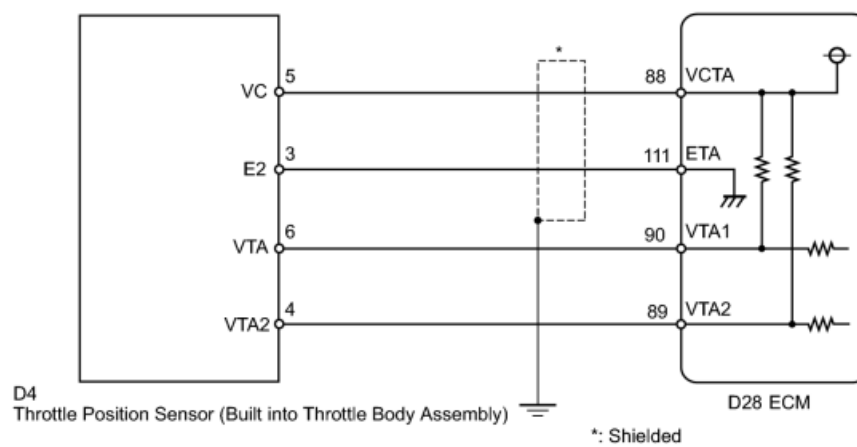


Fuente: Benavides I, Murillo C.

### 5.6.1.13.- TPSSensor de posición del acelerador

#### 5.6.1.13.1.- Diagrama de Cableado

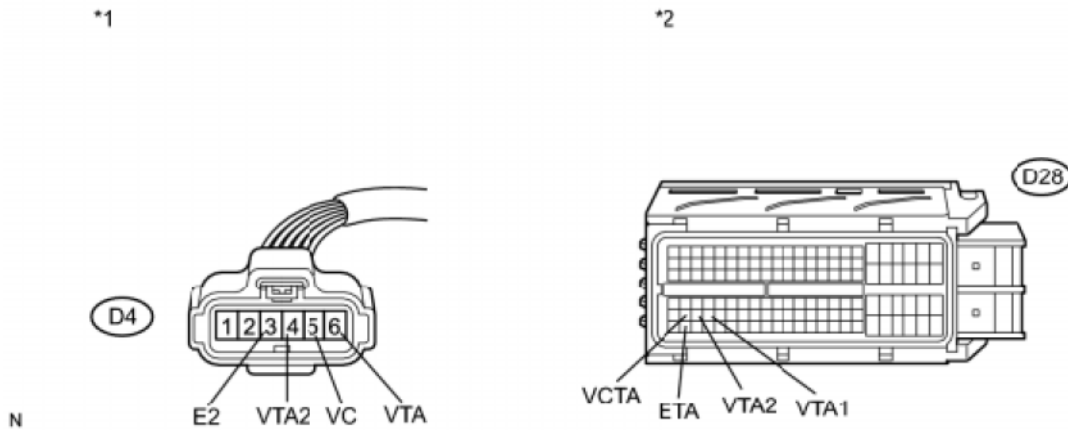
Fig. 101. Diagrama del Cableado Sensor TPS



Fuente: Benavides I, Murillo C.

### 5.6.1.13.2.- Inspección

Fig. 102. Socket del Sensor TPS y del ECM



Fuente: Manual Toyota Prius 2010.

#### Resistencia estándar (chequear abierto)

Tabla. 34.(Fijese Tabla 39, Pág. 122)

Tester Conexión	Condición	Condición específica
D4-5 (VC) - D28-88 (VCTA)	Siempre	Debajo 1
D4-6 (VTA) - D28-90 (VTA1)	Siempre	Debajo 1
D4-4 (VTA2) - D28-89 (VTA2)	Siempre	Debajo 1
D4-3 (E2) - D28-111 (ETA)	Siempre	Debajo 1

Fuente: Manual Toyota Prius 2010.

#### Resistencia estándar (chequear para corto)

Tabla. 35. (Fijese Tabla 39, Pág. 122)

Tester Conexión	Condición	Condición específica
D4-5 (VC) or D28-88 (VCTA) - Body ground	Siempre	10 k o más
D4-6 (VTA) or D28-90 (VTA1)	Siempre	10 k o más

- Body ground		
D4-4 (VTA2) or D28-89 (VTA2) - Body ground	Siempre	10 k o más

Fuente: Manual Toyota Prius 2010.

### Voltaje estándar

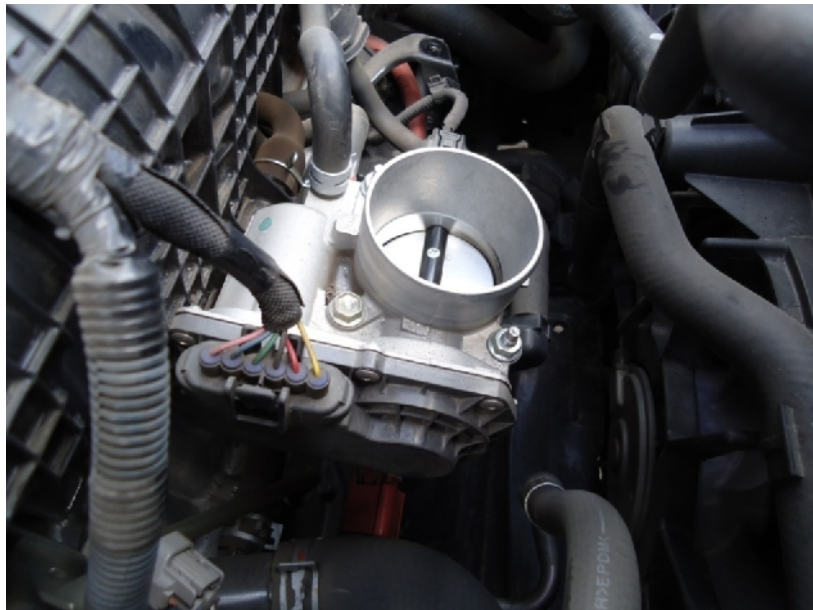
Tabla. 36.(Fíjese Tabla 39, Pág. 122)

Tester Conexión	Condición	Condición específica
D4-5 (VC) - D4-3 (E2)	Powerswitchon (IG)	4.5 a 5.5 V

Fuente: Manual Toyota Prius 2010.

### 5.6.1.13.3.- Fotos y Medidas Realizadas

Fig. 103. Vista del Cuerpo de Aceleración.

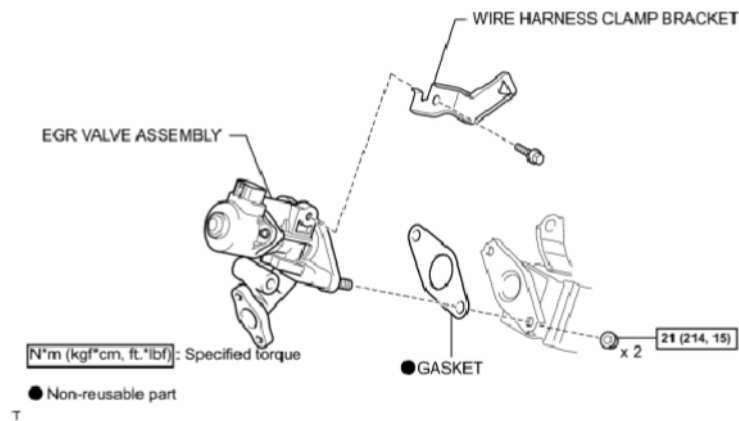


Fuente: Benavides I, Murillo C.

### 5.6.1.14.- Válvula EGR(recirculación de los gases de escape)

#### 5.6.1.14.1.- Inspección de la válvula EGR

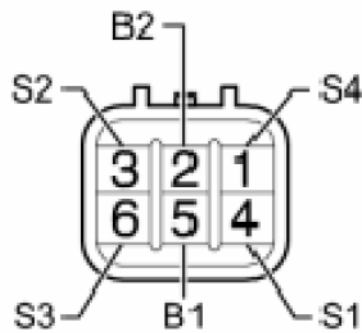
Fig. 104. Válvula EGR



Fuente: Manual Toyota Prius 2010.

Medir las Resistencia de acuerdo a:

Fig. 105. Socket de la Válvula EGR



Fuente: Manual Toyota Prius 2010.

## Resistencia estándar

Tabla. 37.(Fíjese Tabla 39, Pág. 122)

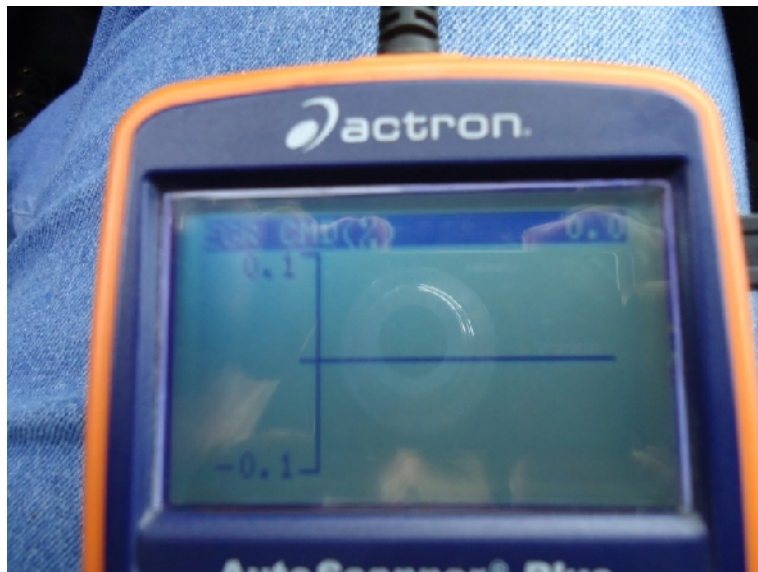
Tester Connection	Condition	Specified Condition
5 (B1) - 4 (S1)	20°C (68°F)	18 to 22 $\Omega$
5 (B1) - 6 (S3)	20°C (68°F)	18 to 22 $\Omega$
2 (B2) - 1 (S4)	20°C (68°F)	18 to 22 $\Omega$
2 (B2) - 3 (S2)	20°C (68°F)	18 to 22 $\Omega$

Fuente: Manual Toyota Prius 2010.

Si los resultados no son como los especificados reemplazar la válvula EGR

### 5.6.1.14.2.- Fotos y Medidas Realizadas

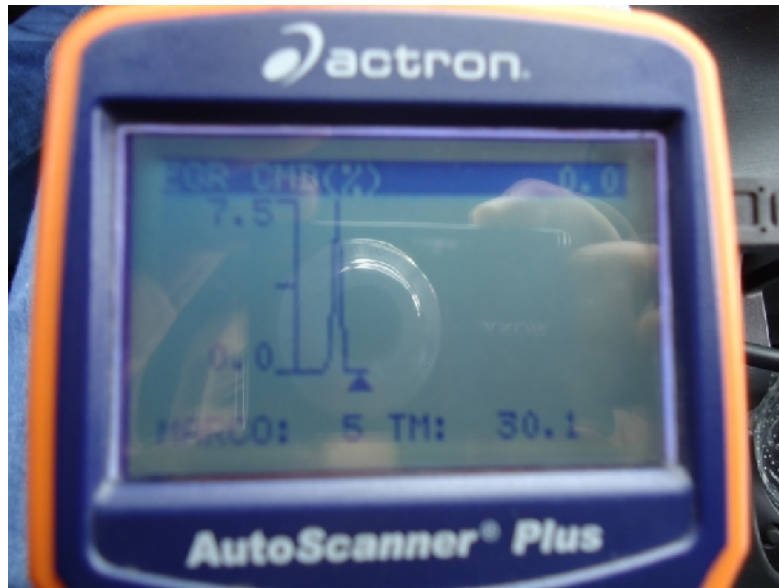
Fig. 106. Grafica con el vehículo detenido y con carga suficiente



Fuente: Benavides I, Murillo C.

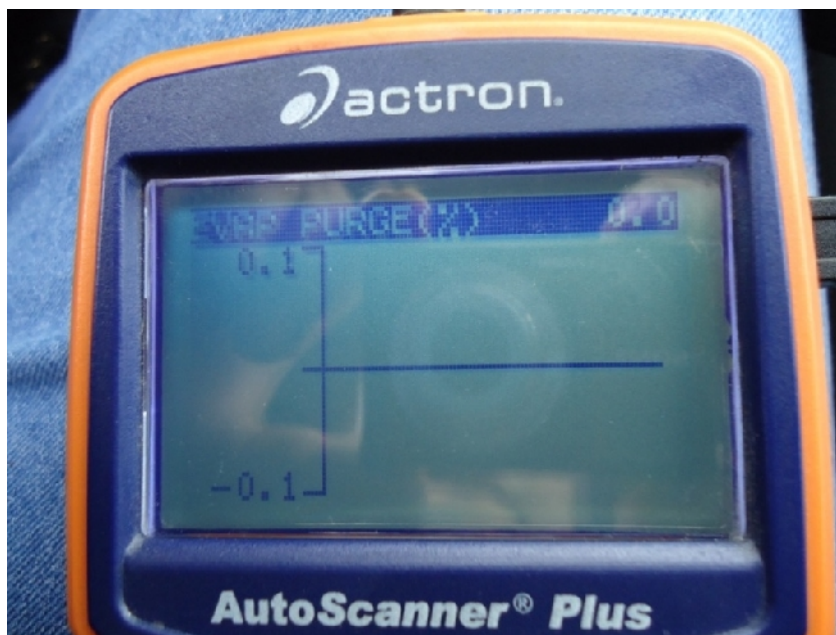


Fig. 107. Válvula EGR (Modo Mantenimiento)



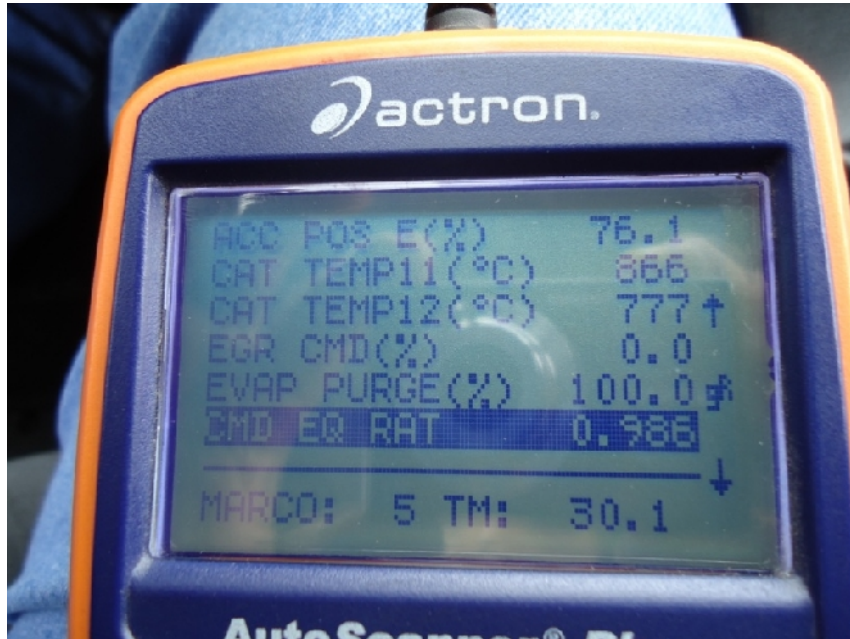
Fuente: Benavides I, Murillo C.

Fig. 108. Sistema EVAP PURGE con el vehículo detenido



Fuente: Benavides Ignacio, Murillo Christian.

Fig. 109. Valores a plena carga



Fuente: Benavides Ignacio, Murillo Christian.

Fig. 110. Válvula EGR



Fuente: Benavides I, Murillo C.



Fig. 111. Midiendo Resistencia Válvula EGR.



Fuente: Benavides I, Murillo C.

Fig.112. Resistencia Medida: 20,4

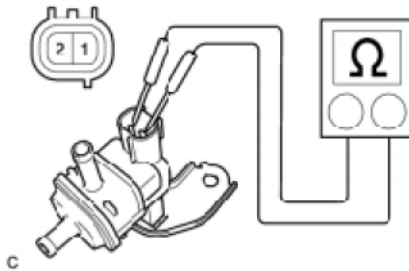


Fuente: Benavides I, Murillo C.

### 5.6.1.15.- Vacuumswitchingvalve

#### 5.6.1.15.1.- Inspección

Fig. 113.Válvula de Vacío.



Fuente: Manual Toyota Prius 2010.

Tabla 38. (Fíjese Tabla 39, Pág. 122)

Tester Connection	Condition	Specified Condition
1 - 2	20°C (68°F)	23 a 26

Fuente: Manual Toyota Prius 2010.

Torque: 21 N·m (214 kgf·cm, 15ft·lbf) Si los resultados no son como los especificados, reemplazar la válvula.

#### 5.6.1.15.2.- Fotos y Medidas Realizadas

Fig. 114. Válvula de Vacío.



Fuente: Benavides I, Murillo C.

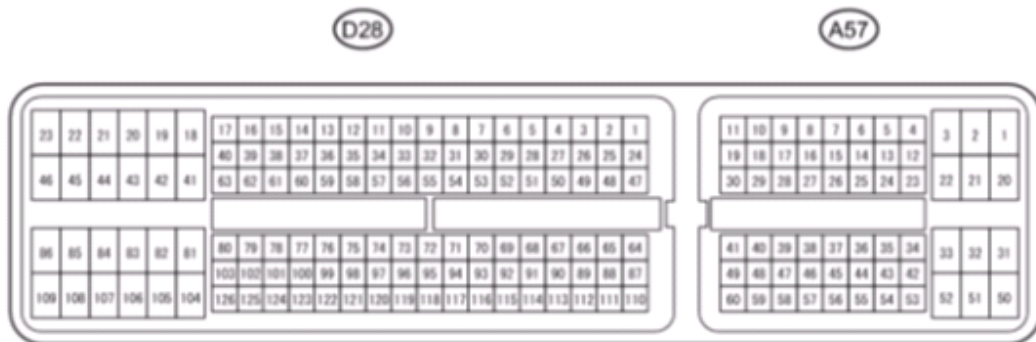
Fig. 115. Resistencia Medida: 24,6



Fuente: Benavides I, Murillo C.

#### 5.6.1.16.- Terminales del ECM

Fig. 116. Terminales del ECM



Fuente: Manual Toyota Prius 2010.

Tabla. 39.

No. Terminal (Símbolo)	Color del cable	Descripción del terminal	Condición	Condición específica
A57-20 (Batería) - D28-104	R - BR	Batería (para medir el voltaje de la batería la	Siempre	11 a 14 V

(E1)		memoria del ECM		
A57-2 (+B) -D28-104 (E1)	B - BR	Fuente de alimentación del ECM	botón de encendido (IG)	11 a 14 V
A57-1 (+B2) - D28-104 (E1)	B - BR	Fuente de alimentación del ECM	botón de encendido (IG)	11 a 14 V
A57-3 (+BM) - D28-104 (E1)	GR - BR	Fuente de alimentación del actuador del acelerador	Siempre	11 a 14 V
D28-108 (IGT1) - D28-104 (E1)	GR - BR	Conjunto de la bobina de encendido (señal de la bobina)	Ralentí	Generación de pulso (ver forma de onda 1)
D28-107 (IGT2) - D28-104 (E1)	W - BR	Conjunto de la bobina de encendido (señal de la bobina)	Ralentí	Generación de pulso (ver forma de onda 1)
D28-106 (IGT3) - D28-104 (E1)	G - BR	Conjunto de la bobina de encendido (señal de la bobina)	Ralentí	Generación de pulso (ver forma de onda 1)
D28-105 (IGT4) - D28-104 (E1)	Y - BR	Conjunto de la bobina de encendido (señal de la bobina)	Ralentí	Generación de pulso (ver forma de onda 1)
D28-23 (IGF) -D28-104 (E1)	L - BR	Conjunto de la bobina de encendido (señal de la bobina)	botón de encendido (IG)	4.5 a 5.5 V
D28-23 (IGF) - D28-104 (E1)	L - BR	Conjunto de la bobina de encendido (señal de la bobina)	Ralentí	Generación de pulso
D28-74 (NE+) - D28-120 (NE-)	B - W	Sensor de posición del cigüeñal	Ralentí con motor caliente	Generación de pulso, ver forma de onda 2
D28-76 (G2+) -	B - W	Sensor de posición del árbol	Ralentí con motor caliente	Generación de pulso, ver

D28-122 (G2-)		de levas		forma de onda 2
D28-85 (#10) - D28-109 (E01)	Y - BR	Inyector de combustible	Botón de encendido en (IG)	11 a 14 V
D28-84 (#20) - D28-109 (E01)	B - BR	Inyector de combustible	Botón de encendido en (IG)	11 a 14 V
D28-83 (#30) - D28-109 (E01)	L - BR	Inyector de combustible	Ralentí	Generación de pulso, ver forma de onda 3
D28-82 (#40) - D28-109 (E01)	R - BR	Inyector de combustible	Ralentí	Generación de pulso, ver forma de onda 3
D28-18 (HA1A) - D28-46 (E04)	Y - W-B	Sensor de la relación aire combustible (sensor 1)	Botón de encendido en (IG)	11 a 14 V
D28-18 (HA1A) - D28-46 (E04)	Y - W-B	Sensor de la relación aire combustible (sensor 1)	Ralentí con motor caliente	Generación de pulso, ver forma de onda 4
D28-103 (A1A+) - D28-104 (E1)	Y - BR	Sensor de la relación aire combustible (sensor 1)	Ralentí	3.3 V*1
D28-126 (A1A-) - D28-104 (E1)	BR - BR	Sensor de la relación aire combustible (sensor 1)	Ralentí	3.3 V*1
D28-41 (HT1B) - D28-86 (E03)	BR - BR	Sensor de Oxígeno (sensor 2)	Botón de encendido en (IG)	11 a 14 V
D28-41 (HT1B) -	BR - BR	Sensor de Oxígeno (sensor	Ralentí	Debajo de 3V

D28-86 (E03)		2)		
D28-125 (OX1B)- D28-102 (O1B-)	L - P	Sensor de Oxigeno (sensor 2)	Manteniendo el régimen del motor a 2500 rpm por 2 minutos después de calentar el motor	Generación de pulso, ver forma de onda 5
D28-87 (KNK1) - D28-110 (EKNK)	B - W	Sensor de golpeteo	Manteniendo la velocidad del motor a 400 rpm después de calentar el motor	Generación de pulso, ver forma de onda 6
D28-64 (THW) -	P - BR	Temperatura del refrigerante del motor	Ralentí, refrigerante del motor	0.2 a 1.0 V
D28-65 (ETHW)		sensor	temperatura 80°C (176°F)	
D28-116 (THA) - D28-93 (ETHA)	P - BR	Sensor de temperatura del aire de admisión (incorporada en masa caudalímetro de aire subconjunto)	Ralentí, temperatura del aire de admisión 20°C (68°F)	0.5 a 3.4 V
D28-94 (VG) - D28-117 (E2G)	B - W	Medidor de flujo másico subconjunto	Ralentí, palanca de cambio en N A/C switch OFF	0.5 a 3.0 V
A57-36 (W) D28-104 (E1)	LG - BR	MIL	Botón de encendido e (IG) (MIL no se apaga)	Debajo de 3.0 V
A57-36 (W) D28-104 (E1)	LG - BR	MIL	Ralentí	11 a 14 V
D28-90 (VTA1) - D28-111	Y - G	Sensor de posición de la mariposa (para el	Botón de encendido (IG) Acelerador sin	0.5 a 1.1 V

(ETA)		control del motor)	oprimir Mariposa totalmente cerrada	
D28-89 (VTA2) - D28-111 (ETA)	B - G	Sensor de posición de la mariposa (por mal funcionamiento del sensor)	Botón de encendido (IG) Acelerador sin oprimir Mariposa totalmente cerrada	2.1 a 3.1 V
D28-88 (VCTA) - D28-111 (ETA)	R - G	Fuente de alimentación del sensor (voltaje específico )	Botón de encendido (IG)	4.5 a 5.5 V
D28-21 (M+) - D28-19 (ME01)	L - BR	Actuador de la mariposa de aceleración	El ralentí con motor caliente	Generador de pulsos (ver forma de onda 7)
D28-20 (M-) D28-19 (ME01)	P - BR	Actuador de la mariposa de aceleración	El ralentí con motor caliente	Generador de pulsos (ver forma de onda 8)
D28-28 (PRG) - D28-104 (E1)	V - BR	Purga VSV	Botón de encendido (IG)	11 a 14 V
D28-28 (PRG) - D28-104 (E1)	V - BR	Purga VSV	Ralentí, bajo control de purga	Generador de pulsos (ver forma de onda 9)
A57-8 (FC) D28-104 (E1)	R - BR	Control de la bomba de combustible	Botón de encendido (IG)	11 a 14 V
A57-8 (FC) D28-104 (E1)	R - BR	Control de la bomba de combustible	Ralentí	Debajo de 1.5 V
A57-7 (TC) D28-104 (E1)	P - BR	Terminal TC de DLC3	Botón de encendido (IG)	11 a 14 V
D28-36 (OC1+) -	Y - G	Válvula de control del árbol de levas	Ralentí	Generador de pulsos (ver

D28-59 (OC1-)				forma de onda 10)
A57-13 (CANH) D28-104 (E1)	P - BR	Línea de comunicación CAN	Motor parado, y botón de encendido en (IG)	Generación de pulso, ver forma de onda 11
A57-5 (CANL) D28-104 (E1)	V - BR	Línea de comunicación CAN	Motor parado, y botón de encendido en (IG)	Generación de pulso, ver forma de onda 12
A57-12 (CANP) - D28-104 (E1)	B - BR	Línea de comunicación CAN	Motor parado, y botón de encendido en (IG)	Generación de pulso, ver forma de onda 11
A57-4 (CANN) - D28-104 (E1)	W - BR	Línea de comunicación CAN	Motor parado, y botón de encendido en (IG)	Generación de pulso, ver forma de onda 12
A57-28 (IGSW) - D28-104 (E1)	W - BR	Botón de encendido	botón de encendido en (IG)	11 a 14 V
A57-6 (MREL) D28-104 (E1)	G - BR	EFI relé principal	botón de encendido en (IG)	11 a 14 V
D28-99 (VCV1) - D28-104 (E1)	R - BR	Fuente de alimentación del sensor del árbol de levas	botón de encendido en (IG)	4.5 a 5.5 V
A57-10 (WPO) D28-104 (E1)	L - BR	Conjunto de la bomba de agua	Ralentí con motor caliente	Generación de pulso, ver forma de onda 13
A57-11 (WPI) - D28-104 (E1)	G - BR	Conjunto de la bomba de agua	Ralentí con motor caliente	Generación de pulso, ver forma de onda 14
D28-72 (VCPM) - D28-71 (EPIM)	L - Y	Sensor de la presión absoluta del múltiple (MAP)	botón de encendido en (IG)	4.5 a 5.5 V



D28-69 (PIM) - D28-71 (EPIM)	B - Y	Sensor de la presión absoluta del múltiple (MAP)	botón de encendido en (IG)	4.0 a 5.5 V
D28-45 (EGR1) - D28-104 (E1)	R - BR	Conjunto del válvula de EGR	Ralentí con motor caliente	Generación de pulso, ver forma de onda 15
D28-44 (EGR2) - D28-104 (E1)	V - BR	Conjunto del válvula de EGR	Ralentí con motor caliente	Generación de pulso, ver forma de onda 15
D28-43 (EGR3) - D28-104 (E1)	Y - BR	Conjunto del válvula de EGR	Ralentí con motor caliente	Generación de pulso, ver forma de onda 15
D28-42 (EGR4) - D28-104 (E1)	LG - BR	Conjunto del válvula de EGR	Ralentí con motor caliente	Generación de pulso, ver forma de onda 15
D28-48 (G2O) - D28-104 (E1)	Y - BR	Señal de la posición del árbol	Ralentí	Generación de pulso, ver forma de onda 16
A57-22 (FANH) - D28-104 (E1)	LG - BR	Relé del ventilador	botón de encendido en (IG)	11 a 14 V
A57-21 (FANL) - D28-104 (E1)	L - BR	Relé del ventilador	botón de encendido en (IG)	11 a 14 V
A57-46 (PWMS) - D28-104 (E1)	G - BR	Powermodeswitch	botón de encendido en (IG), Power modeswitch off	11 a 14 V
A57-46 (PWMS) - D28-104 (E1)	G - BR	Powermodeswitch	botón de encendido en (IG), Power modeswitch off	0 a 1.5 V
D28-104 (E1) -	BR - Body	Tierra	Siempre	Debajo de 1

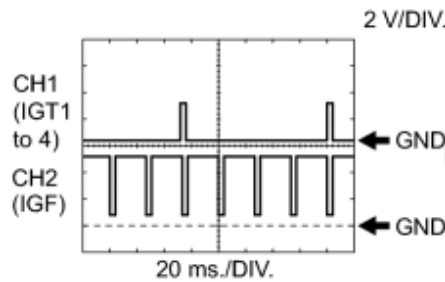
Bodyground	ground			
D28-109 (E01) - Bodyground	BR - Body ground	Tierra	Siempre	Debajo de 1
D28-81 (E02) - Bodyground	W-B - Bodyground	Tierra	Siempre	Debajo de 1
D28-86 (E03) - Bodyground	BR - Body ground	Tierra	Siempre	Debajo de 1
D28-46 (E04) - Bodyground	BR - Body ground	Tierra	Siempre	Debajo de 1
A57-32 (EC) - Bodyground	W-B - Body ground	Tierra	Siempre	Debajo de 1
D28-22 (GE01) - D28-104 (E1)	W-B - BR	Tierra, circuito del actuador del acelerador	Siempre	Debajo de 1
A57-42 (VPMP) - D28-104 (E1)	B - BR	Válvula de desfogue (dentro del canister)	botón de encendido en (IG)	11 a 14 V
A57-34 (MPMP) - D28-104 (E1)	L - BR	Bomba de detección de escape (dentro del canister)	Bomba de detección de escape apagada	Debajo de 3V
A57-34 (MPMP) - D28-104 (E1)	L - BR	Bomba de detección de escape (dentro del canister)	Bomba de detección de escape encendida	11 a 14 V
D28-113 (VCP) - D28-112 (EPPM)	GR - LG	Fuente de alimentación para el sensor de la presión del canister	botón de encendido en (IG)	4.5 a 5.5 V
D28-114 (PPMP) - D28-112 (EPPM)	W - LG	Sensor de la presión del canister	botón de encendido en (IG)	3 a 3.6 V

Fuente: Manual Toyota Prius 2010.

\*1: El voltaje del terminal del ECM no es considerado del voltaje de salida desde el sensor.

### 5.6.1.16.1.- Forma de Onda de la Ignición (Forma de Onda 1)

Fig. 117. Forma de Onda de la Ignición.



Fuente: Manual Toyota Prius 2010.

**Igniter IGT Signal**(sincronización de la chispa y la permanencia de la señal) (desde el ECM al encendedor)

**Igniter IGF Signal**(señal de confirmación de la chispa) (desde el encendedor al ECM)

Tabla. 40.

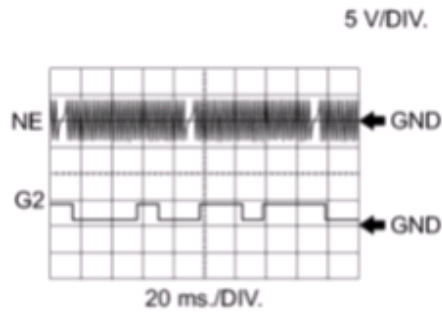
Terminal ECM	Entre IGT (1 a 4) y E1 Entre IGF y E1
TesterRange	2 V/DIV., 20 ms./DIV.
Condición	Ralentí

Fuente: Manual Toyota Prius 2010.

La longitud de onda se acorta a medida que aumenta la velocidad del motor.

### 5.6.1.16.2.- Forma de Onda de la Señal del Sensor de posición del cigüeñal y del sensor de posición del árbol de levas(Forma de onda 2)

Fig. 118. Forma de Onda del CKP y CMP



Fuente: Manual Toyota Prius 2010.

Tabla. 41.

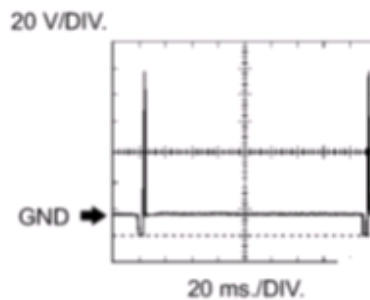
Terminal ECM	Entre NE+ y NE Entre G2+ y G2-
TesterRange	5 V/DIV., 20 ms./DIV.
Condición	Ralentí con motor caliente

Fuente: Manual Toyota Prius 2010.

La longitud de onda se acorta a medida que aumenta la velocidad del motor.

### 5.6.1.16.3.- Forma de Onda de la Señal del inyector No. 1 (a No. 4) (Forma de Onda 3)

Fig. 119. Forma de Onda de los inyectores



Fuente: Manual Toyota Prius 2010.

Tabla. 42.

Terminal ECM	Entre #10 (a #40) y E01
TesterRange	20 V/DIV., 20 ms./DIV.

Condición	Ralentí
-----------	---------

Fuente: Manual Toyota Prius 2010.

La longitud de onda se acorta a medida que aumenta la velocidad del motor.

#### 5.6.1.16.4.- Forma de Onda del Sensor de relación aire combustible (Sensor 1) (Forma de Onda 4)

Fig. 120. Forma de Onda del Sensor Aire Combustible

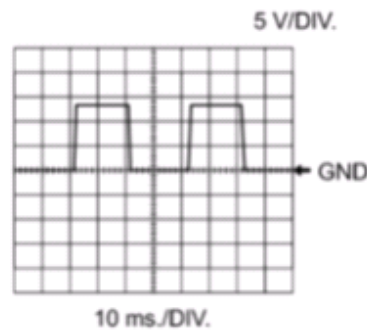


Tabla. 43.

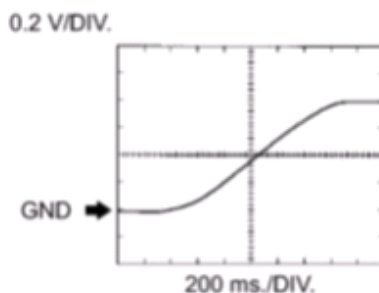
Terminal ECM	Entre HA1A and E04
TesterRange	5 V/DIV., 10 ms./DIV.
Condición	Ralentí con motor caliente

Fuente: Manual Toyota Prius 2010.

La longitud de onda varía de acuerdo con las condiciones de funcionamiento del motor.

#### 5.6.1.16.5.- Forma de Onda del Sensor Oxígeno (Sensor 2)(Forma de onda 5)

Fig. 121. Forma de Onda Sensor de Oxígeno.



Fuente: Manual Toyota Prius 2010.

Tabla. 44.

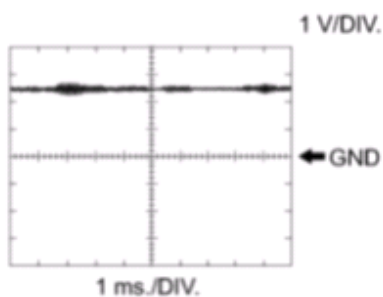
Terminal ECM	Entre OX1B and O1B
TesterRange	0.2 V/DIV. 200 ms./DIV.
Condición	Mantener la velocidad del motor a 2500 rpm después del calentamiento del mismo.

Fuente: Manual Toyota Prius 2010.

En la lista de datos, los ítems O2S B1 S2 muestran los valores de entrada al ECM desde el sensor de oxígeno

#### 5.6.1.16.6.- Forma de Onda del Sensor de golpeteo(Forma de onda 6)

Fig. 122. Forma de Onda Sensor de Golpeteo KS



Fuente: Manual Toyota Prius 2010.

Tabla. 45.

Terminal ECM	Entre KNK1 y EKNK
--------------	-------------------

TesterRange	1 V/DIV., 1 ms./DIV.
Condición	Mantener la velocidad del motor a 4000 rpm después del calentamiento del mismo.

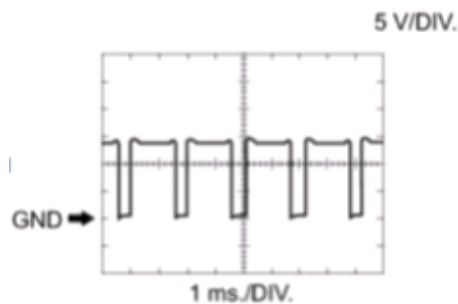
Fuente: Manual Toyota Prius 2010.

La longitud de onda se acorta a medida que aumenta la velocidad del motor.

Las formas de onda y amplitud mostradas difieren ligeramente dependiendo de las condiciones del vehículo.

#### 5.6.1.16.7.- Forma de Onda de la Señal del terminal positivo del actuador del acelerador (Forma de onda 7)

Fig. 123. Forma de Onda Actuador del Acelerador (Positivo)



Fuente: Manual Toyota Prius 2010.

Tabla. 46.

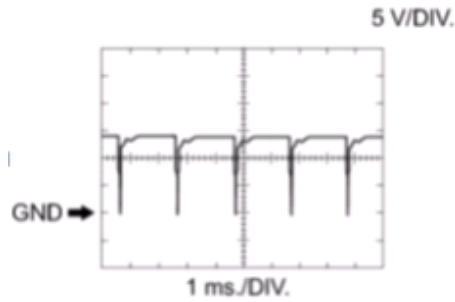
Terminal ECM	Entre M+ y ME01
TesterRange	5 V/DIV., 1 ms./DIV.
Condición	Ralentí con motor caliente

Fuente: Manual Toyota Prius 2010.

El ciclo de trabajo varía dependiendo de la operación del actuador del acelerador.

#### 5.6.1.16.8.- Forma de Onda de la Señal del terminal negativo del actuador del acelerador (Forma de onda 8)

Fig. 124. Forma de Onda Actuador del Acelerador (Negativo)



Fuente: Manual Toyota Prius 2010.

Tabla. 47.

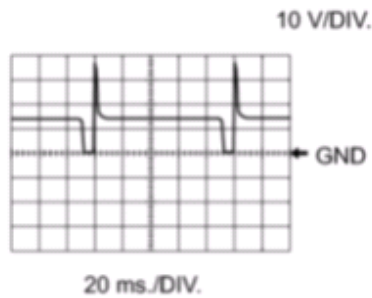
Terminal ECM	Entre M- y ME01
TesterRange	5 V/DIV., 1 ms./DIV.
Condición	Ralentí con motor caliente

Fuente: Manual Toyota Prius 2010.

El ciclo de trabajo varía dependiendo de la operación del actuador del acelerador.

#### 5.6.1.16.9.- Forma de Onda de la Purga VSV (Forma de onda 9)

Fig. 125. Forma de Onda Purga VSV



Fuente: Manual Toyota Prius 2010.

Tabla. 48.

Terminal ECM	Entre PRG y E1
--------------	----------------



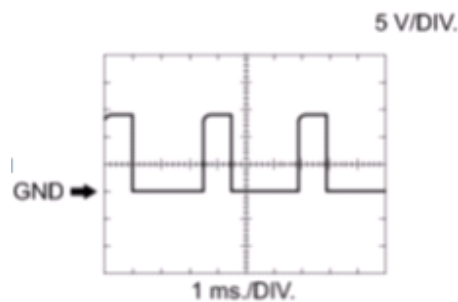
TesterRange	10 V/DIV., 20 ms./DIV.
Condición	Ralentí, bajo control de purga

Fuente: Manual Toyota Prius 2010.

Si la forma de la onda no es similar a la mostrada, chequearla nuevamente después de ralentí por 10 minutos o más.

#### 5.6.1.16.10.- Forma de Onda de la Señal del conjunto de la válvula de control de la sincronización del árbol de levas (Forma de onda 10)

Fig. 126. Forma de Onda Válvula VVT-i.



Fuente: Manual Toyota Prius 2010.

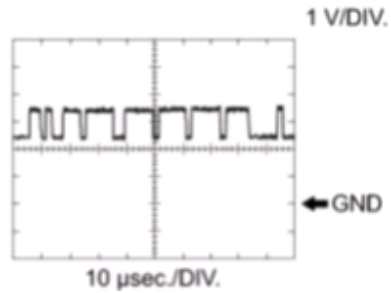
Tabla. 49.

Terminal ECM	Entre OC1+ y OC1-
TesterRange	5 V/DIV., 1 ms./DIV.
Condición	Ralentí.

Fuente: Manual Toyota Prius 2010.

#### 5.6.1.16.11.- Forma de Onda CAN Señal de comunicación (referencia) (Forma de onda 11)

Fig. 127. Forma de Onda CAN Señal de comunicación



Fuente: Manual Toyota Prius 2010.

Tabla. 50.

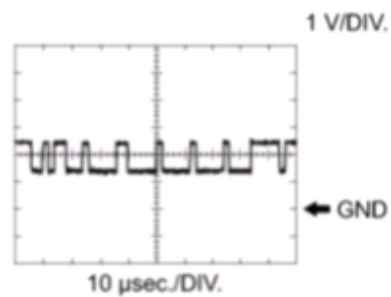
Terminal ECM	Entre CANH y E1, CANP y E1
TesterRange	1 V/DIV., 10 μsec./DIV.
Condición	Motor parado y powerswitch en IG

Fuente: Manual Toyota Prius 2010.

La forma de onda varía dependiendo de la señal de comunicación CAN.

#### 5.6.1.16.12.- Forma de Onda CAN Señal de comunicación (referencia) (Forma de onda 12)

Fig. 128. Forma de Onda CAN Señal de comunicación



Fuente: Manual Toyota Prius 2010.

Tabla. 51.

Terminal ECM	Entre CANL y E1, CANN y E1
--------------	----------------------------

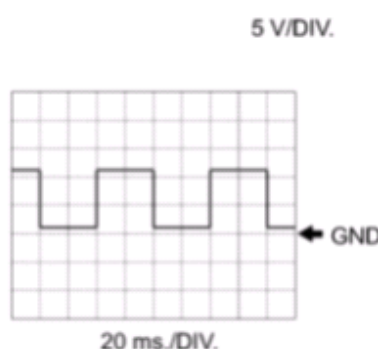
TesterRange	1 V/DIV., 10 $\mu$ sec./DIV.
Condición	Motor parado y powerswitch en IG

Fuente: Manual Toyota Prius 2010.

La forma de onda varía dependiendo de la señal de comunicación CAN.

**5.6.1.16.13.- Forma de Onda de la Señal del conjunto de la bomba de agua (desde el ECM al conjunto de la bomba de agua) (Forma de onda 13).**

Fig. 129. Forma de Onda Señal Bomba de Agua.



Fuente: Manual Toyota Prius 2010.

Tabla. 52.

Terminal ECM	Entre WPO y E1
TesterRange	5 V/DIV., 20 ms./DIV.
Condición	Ralentí con motor caliente

Fuente: Manual Toyota Prius 2010.

La longitud de onda se acorta a medida que incremente la velocidad de la bomba de agua.

**5.6.1.16.14.- Forma de Onda de la Señal del conjunto de la bomba de agua (desde la bomba al ECM) (Forma de onda 14)**

Fig. 130. Forma de Onda Señal Bomba de Agua.

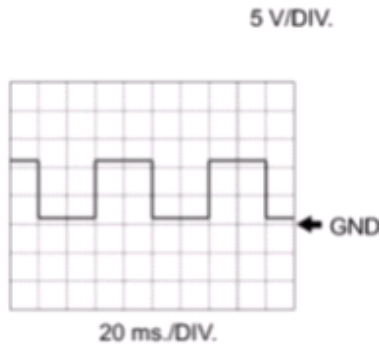


Tabla. 53.

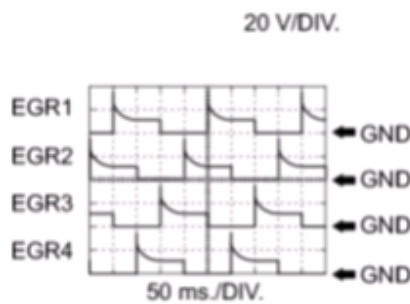
Terminal ECM	Entre WPI y E1
TesterRange	5 V/DIV., 20 ms./DIV.
Condición	Ralentí con motor caliente

Fuente: Manual Toyota Prius 2010.

La longitud de onda se acorta a medida que incremente la velocidad de la bomba de agua.

#### 5.6.1.16.15.- Forma de Onda de la Señal del conjunto de la válvula EGR (Forma de onda 15)

Fig. 131. Forma de Onda Válvula EGR



Fuente: Manual Toyota Prius 2010.

Tabla. 54.

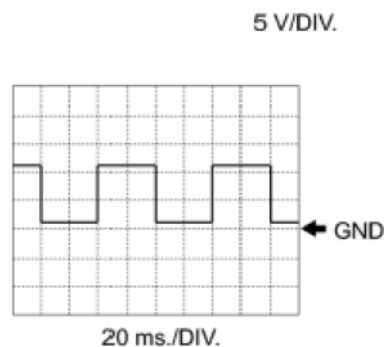
Terminal ECM	Entre EGR1 y E1, EGR2 y E1, EGR3 y E1, EGR4 y E1
--------------	--

TesterRange	20 V/DIV., 50 ms./DIV.
Condición	Ralentí con motor caliente

Fuente: Manual Toyota Prius 2010.

### 5.6.1.16.16.- Forma de Onda de la Señal de régimen del árbol de levas desde el ECM al control de poder ECU y al inversor con el conjunto del convertidor (MG ECU) (Forma de onda 16)

Fig. 132. Forma de Onda del régimen del árbol de levas desde el ECM al control de poder ECU y al inversor con el conjunto del convertidor (MG ECU).



Fuente: Manual Toyota Prius 2010.

Tabla. 55.

Terminal ECM	Entre G20 y E1
TesterRange	5 V/DIV., 20 ms./DIV.
Condición	Ralentí

Fuente: Manual Toyota Prius 2010.

La longitud de onda se acorta a medida que aumenta la velocidad del motor.

## 5.7. IMPACTOS

### 5.7.1 Impacto Social

A futuro la Ciudad de Ibarra contará con personal especializado en este tipo de vehículos de última generación. Motivo por el cual la ciudad puede contar con mayor cantidad de este tipo de vehículos, que generalmente no se los adquiere por el temor a cualquier desperfecto.

### **5.7.2 Impacto Educativo**

Con la utilización de este módulo en los talleres de la carrera de Ingeniería en mantenimiento automotriz se fortalece la calidad educativa de la Institución, lo más importante; se fomenta el interés de aprendizaje por parte de los estudiantes y docentes de la carrera.

En el ámbito educativo el proyecto del módulo didáctico tendrá un nivel positivo por cuanto, los ingenieros y estudiantes serán capacitados mejorando su nivel de educación, obteniendo más conocimientos y por ende ampliando sus horizontes.

### **5.7.3 Impacto Ético**

Como se mencionó anteriormente las personas a cargo, o responsables del manejo, manipulación del módulo didáctico deben poseer conocimientos previos acerca del mismo, en caso contrario adquirirlos. El Motor de Ciclo Atkinson del vehículo Toyota Prius 2010 está equipado con lo último en avances mecánicos y electrónicos, al no poseer el conocimiento necesario para proceder a realizar cualquier manipulación, no solo están en riesgo los accesorios del vehículo; hay que tomar en cuenta que este vehículo opera con altas cargas de voltaje, que pueden causar accidentales fatales.

Para dar valor a lo mencionado anteriormente, se desarrolló este Módulo Didáctico, el cual servirá como apoyo para comprender el funcionamiento, ubicación de sus partes; dicho Módulo Didáctico fue fundamentado a través de cursos teórico- prácticos.

## **5.8. Difusión**

La difusión del Módulo Didáctico del Motor de Ciclo Atkinson del Vehículo Toyota Prius 2010 se debe realizar a través de la entrega de documentación, de la realización de cursos teórico-prácticos, aprovechando el eje de vinculación con la comunidad que desarrolla la Universidad.

## **5.9. BIBLIOGRAFÍA**

- *BOHNER,MAX, TECNOLOGIA DEL AUTOMOVIL , editorial reverté s . a. Barcelona-Bogotá –buenos aires-caracas México 1985 S.A.*
- *BURRHUS SKINNER,TEORIA DEL CONOCIMIENTO,S.F.*
- *EDICIONES CULTURAL, MANUAL DEL AUTOMOVIL, reparación y mantenimiento, electricidad accesorio y transmisión., editorial cultural s.a., Madrid-España, 2003.*
- *GRUPO EDITORIAL CEAC, CEAC DEL AUTOMOVIL, editorial ceac S.A., Barcelona-España, 2003.*
- *GRUPO EDITORIAL CEAC, DICCIONARIO DEL AUTOMOVIL, Quinta edición, editorial ceac s.a., Barcelona-España, 1979.*
- *JESÚS RUEDA SANTANDER, TÉCNICO EN MECÁNICA VS ELECTRONICA, TOMO 2, editorial diseli s.a., Colombia, 2005.*
- *M. ARIAS PAZ, MANUAL DEL AUTOMOVIL, 55ª edición, editorial CIE. DOSSAT S.A. Madrid España, 2004.*

- [alternativefuels.about.com/od/glossary/g/atkinsoncycle.htm](http://alternativefuels.about.com/od/glossary/g/atkinsoncycle.htm), 2006
- [commons.wikimedia.org/wiki/Category:Toyota\\_1NZ-FXE\\_engine](https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Toyota_1NZ-FXE_engine),2010
- [wikipedia.org/wiki/Atkinson\\_cycle](http://wikipedia.org/wiki/Atkinson_cycle), 2008
- [wikipedia.org/wiki/Toyota\\_NZ\\_engine](http://wikipedia.org/wiki/Toyota_NZ_engine) ,2009
- [wikipedia.org/wiki/Toyota\\_Prius](http://wikipedia.org/wiki/Toyota_Prius),2010
- [www.hybrids.ru/files/OfficialToyotaInfo/](http://www.hybrids.ru/files/OfficialToyotaInfo/), 2011
- [www.toyota.com/prius-hybrid/2011](http://www.toyota.com/prius-hybrid/2011)
- [www.manualesdetaller.com](http://www.manualesdetaller.com),2010
- [www.mecanicavirtual.com](http://www.mecanicavirtual.com), 2010
- [www.gobiernodecanarias.org/educacion/2005](http://www.gobiernodecanarias.org/educacion/2005)



# **ANEXOS:**

## ANEXO 1: MATRIZ DE COHERENCIA

FORMULACION DEL PROBLEMA	OBJETIVO GENERAL
<p>¿Cómo elaborar un módulo didáctico para la enseñanza del funcionamiento del motor térmico de ciclo Atkinson del Toyota Prius?</p>	<p>Se elaboró un módulo didáctico para la enseñanza del funcionamiento del motor térmico de ciclo Atkinson, del vehículo Toyota Prius.</p>
SUBPROBLEMAS-INTERROGANTES	OBJETIVOS ESPECIFICOS
<p>¿El modulo didáctico del Toyota Prius posee la información necesaria para entender y comprender su funcionamiento, características, etc.?</p> <p>¿Qué fines educativos tiene el motor de ciclo Atkinson del Toyota Prius.?</p> <p>¿Los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz de la Universidad poseen manuales, guías acerca del funcionamiento del motor de ciclo Atkinson.?</p>	<p>Se investigó el funcionamiento, las características, los componentes y los planes de mantenimiento del motor térmico de ciclo Atkinson del vehículo Toyota Prius del 2010.</p> <p>Se consiguió el motor de ciclo Atkinson del Toyota Prius para que sirva como modelo didáctico real.</p> <p>Se desarrolló una guía para facilitar el reconocimiento de sistemas y componentes del motor de ciclo Atkinson.</p>

**ANEXO 2:**





### ANEXO 3: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL PRIUS DE TERCER GENERACIÓN.



#### Especificaciones técnicas del Nuevo Prius

##### MOTOR MECANICO Y CHASIS

Código		2ZR-FXE
Cilindros		4-Cilindros, en línea
Mecanismo de válvulas		16-Válvulas DOHC con VVT-i
Cilindrada	cc	1798
Tipo de combustible	Octanos	98 puro sin plomo
Potencia máxima	kW(HP)/rpm	73(99)/5000
Torque máxima	Nm/rpm	142/4000
Frenos delanteros		Discos ventilados de 15"
Frenos traseros		Discos sólidos de 15"
Suspensión frontal		MacPherson
Suspensión delantera		Barra de torsión

##### CONSUMO DE COMBUSTIBLE APROXIMADO

En ciudad	Litros/100Km.	3,9
En carretera	Litros/100Km.	3,7
Combinado	Litros/100Km.	3,9

##### BATERIA HIBRIDA

Tipo		Nickel-metal-híbrido
Voltaje (nominal)		V 201,6
Número de módulos		28

##### DIMENSIONES Y PESO

Largo	mm.	4460
Ancho	mm.	1745
Alto	mm.	1490
Distancia entre ruedas	mm.	2700
Vía delantera	mm.	1525
Vía trasera	mm.	1520
Distancia del suelo	mm.	140
Peso Neto	kg.	1370
Peso Bruto	kg.	1805
Tanque de combustible	L.	45

##### PERFORMANCE

Velocidad máxima	km/h.	180
Aceleración de 0 a 100 km/h	segundos.	10,4
radio mínimo de giro	mL	5,2

##### GENERADOR ELECTRICICO

Tipo		3JM
Voltaje Máximo	V	650
Potencia máxima	kW	60
Torque máximo	NM	207

