

7.3 Pruebas sobre el Motor.

Una vez elaborado el plan de ensayos sobre el motor se procedió a la extensa etapa de experimentación en el banco. En estas pruebas se actuó principalmente en el diapasón de trabajo del motor que se corresponde con el ciclo de conducción Europa, tanto en el urbano como en el de extrarradios.

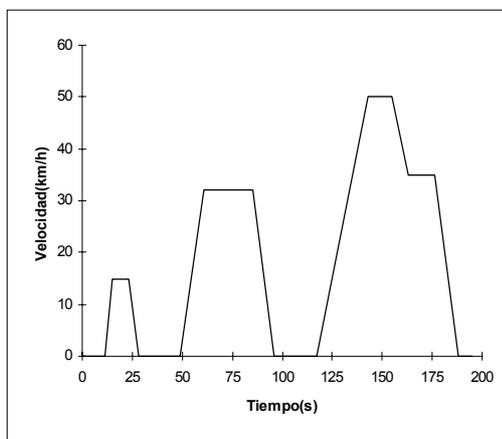
En el siguiente capítulo se describe el ciclo Europa en sus dos etapas así como el cálculo de los parámetros necesarios para determinar las cargas que representan las resistencias al movimiento del automóvil. Estas cargas son las que finalmente se le aplican al motor para evaluar su comportamiento.

7.3.1 Ciclo Europa.

El ciclo Europa es un ciclo de conducción diseñado para evaluar la cantidad de elementos contaminantes contenidos en los gases de escape así como el consumo de combustible de los vehículos durante su circulación, tanto urbana como por extrarradios.

7.3.1.1 Descripción del Ciclo.

El ciclo Euro se compone de dos partes, la primera que se repite cuatro veces, simula una circulación puramente urbana, en esta circulación las velocidades no superan los 50km/h que en nuestro caso coincide con el máximo permitido para circulación urbana. La velocidad media de esta primera parte del ciclo es de 18,35km/h resultado de realizar tres aceleraciones de 0 a 15, 32 y 50km/h respectivamente, tal y como se muestra en la figura 7.10.



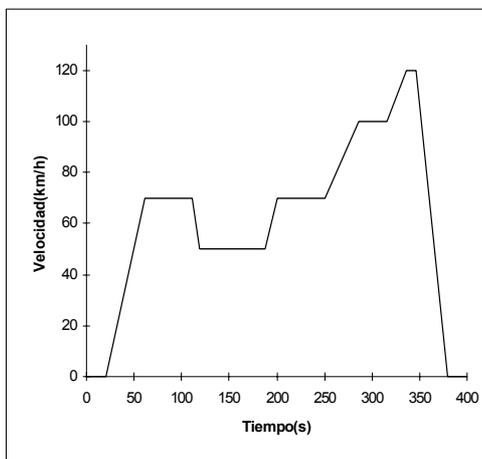
Operación	At(s)	T(s)	V-(km/h)	V+(km/h)	Distancia(m)
Parada	0	0	0	0	0,00
Parada	11	11	0	0	0,00
Aceleración	4	15	0	15	8,33
Velocidad constante	8	23	15	15	41,67
Desaceleración	5	28	15	0	52,08
Parada	21	49	0	0	52,08
Aceleración	12	61	0	32	105,42
Velocidad constante	24	85	32	32	318,75
Desaceleración	11	96	32	0	367,64
Parada	21	117	0	0	367,64
Aceleración	26	143	0	50	548,19
Velocidad constante	12	155	50	50	714,86
Desaceleración	8	163	50	35	809,31
Velocidad constante	13	176	35	35	935,69
Desaceleración	12	188	35	0	994,03
Parada	7	195	0	0	994,03

Velocidad media	18,35 km/h
Tiempo	13,00 min
Distancia	3976,11 m
Velocidad máxima	50,00 km/h

Figura 7.10: Ciclo Europa 1ª parte.

La segunda parte del ciclo Europa, donde se pretenden simular la circulación por extrarradios, se repite tan solo una vez. En esta ocasión el vehículo circula durante más de 6 minutos acelerando progresivamente de 0 a 120km/h, y recorriendo una distancia de más de 6,5km.

La velocidad media de este ciclo es de 61 Km/h, dicho recorrido es similar al realizado por un vehículo en rondas o vías de circunvalación. La normativa de tráfico actual prevé que en estas vías la velocidad máxima de circulación sea de 80km/h, claramente superior a la velocidad media de este ciclo. La figura 7.11 representa gráficamente esta etapa.



Operación	At(s)	T(s)	V-(km/h)	V+(km/h)	Distancia(m)
Parada	0	0	0	0	0,00
Parada	20	20	0	0	0,00
Aceleración	41	61	0	70	398,61
Velocidad constante	50	111	70	70	1.370,83
Desaceleración	8	119	70	50	1.504,17
Velocidad constante	69	188	50	50	2.462,50
Aceleración	13	201	50	70	2.679,17
Velocidad constante	50	251	70	70	3.651,39
Aceleración	35	286	70	100	4.477,78
Velocidad constante	30	316	100	100	5.311,11
Aceleración	20	336	100	120	5.922,22
Velocidad constante	10	346	120	120	6.255,56
Desaceleración	34	380	120	0	6.822,22
Parada	20	400	0	0	6.822,22

Velocidad media	61,40 km/h
Tiempo	6,67 min
Distancia	6822,22 m
Velocidad máxima	120,00 km/h

Figura 7.11: Ciclo Europa 2ª parte.

Finalmente (figura 7.12), la evaluación completa de un vehículo utilizando el ciclo Europa de conducción, quedaría representada esquemáticamente como sigue.

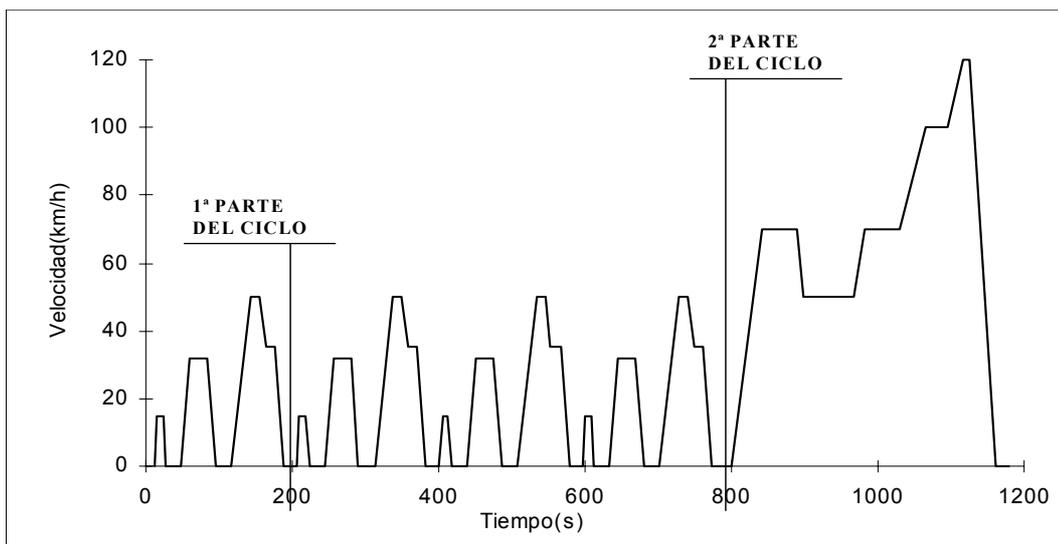


Figura 7.12: Ciclo Europa completo.

Los valores de aceleración en el ciclo Europa son excesivamente modestos, esto es debido a que el ciclo Euro no intenta analizar las prestaciones de un vehículo, por lo que los valores de aceleración exigidos a nuestro vehículo (motor) fueron superiores.

7.3.1.2 Representación del Ciclo Europa en la Característica Par vs R.P.M. del Motor.

Una vez conocidas las condiciones planteadas al automóvil por el ciclo Europa, es necesario calcular el par necesario a entregar por el motor en cada una de las fases del ciclo. Para este cálculo es necesario considerar tanto la marcha conectada en la caja de cambios como las diferentes características propias del vehículo, o sea, su peso, dimensiones, etc. La tabla 7.3 muestra los parámetros utilizados en los cálculos dinámicos y cinéticos del automóvil.

Parámetro.	U.M.	Valor.
Peso (automóvil)	Kg	945
Altura	m	1,361
Ancho	m	1,421
Radio dinámico ruedas motrices	m	0,285
Relac. Puente	---	3,736
Relac. 1ra marcha	---	3,5
Relac. 2da marcha	---	1,95
Relac. 3ra marcha	---	1,32
Relac. 4ta marcha	---	0,97
Relac. 5ta marcha	---	0,76
Coefic. de resistencia aerodinámica	---	0,39
Eficiencia de la Transmisión	---	0,877

Tabla 7.3: Parámetros del Automóvil utilizados en los Cálculos Dinámicos y Cinéticos de la Simulación.

7.3.1.3 Construcción de la Característica Tractiva del Automóvil analizado.

Para la representación definitiva del par resistivo que presupone vencer el motor tanto para las diferentes aceleraciones como los recorridos a velocidad constante del ciclo Europa, fue necesario construir la Característica Tractiva del vehículo. Se desarrolló un programa informático en lenguaje C++ que nos permite obtener el resultado final de forma gráfica así como su interacción con el mismo.

La característica tractiva obtenida para el ciclo Europa en su primera y segunda parte se muestra en la figura 7.13. Esta representación gráfica no es más que el balance de todas las fuerzas que actúan sobre el automóvil durante su marcha.

Los valores señalados en N (Newton), representan la suma de los diferentes factores que conforman la resistencia total que opone el camino al vehículo. Entre estos factores hemos considerado: la resistencia a la rodadura propia de cada tipo de camino, la resistencia aerodinámica y la inercia del vehículo durante las aceleraciones. Estos valores a su vez se corresponden con las diferentes aceleraciones que exige el ciclo Europa, y están representadas a la derecha en m/s^2 . En la parte inferior se representa el comportamiento cinemático del automóvil, o sea, el número de vueltas (r.p.m.) del motor para las diferentes velocidades lineales (Km/h) según la marcha conectada en la caja de cambios en ese momento, siguiendo la ecuación 7.3.

$$V = \frac{0,377 \times rpm \times rd}{i_t} \quad (7.3)$$

siendo:

V = Velocidad lineal del automóvil (Km/h).

r_d = Radio dinámico del neumático (m).

i_t = relación de transmisión total.

El valor de la fuerza de resistencia total que opone el camino al movimiento del vehículo (F_t) puede ser calculada como:

$$F_t = [G \times (f \times \cos \alpha + \text{sen} \alpha)] + [0,00492 \times V^2 \times C \times A_f] + [\delta \times G \times a] \quad (7.4)$$

donde:

F_t = Fuerza total de resistencia del camino (N).

G = Peso del Vehículo (N).

f = coeficiente de resistencia a la rodadura.

α = ángulo de inclinación del camino.

C = coeficiente de resistencia aerodinámico.

A_f = Area frontal del vehículo.

a = Aceleración lineal del vehículo (m/s^2)

δ = coeficiente que considera los momentos inerciales de los elementos que giran en un eje perpendicular al movimiento del vehículo.

$$\delta = K + (0,05 \times i_c^2) \quad (7.5)$$

$K = 1,04$ para automóviles de la categoría turismo.

i_c = relación de transmisión de la marcha conectada.

Una vez conocidos los valores de las resistencias totales al movimiento para las diferentes condiciones, se calcula el par necesario que debe entregar el motor para vencer estas resistencias según la ecuación 7.6.

$$M = \frac{F_t \times r_d}{i_m \times i_c \times \eta_m} \quad (7.6)$$

donde:

M – Par entregado por el motor (Nm.).

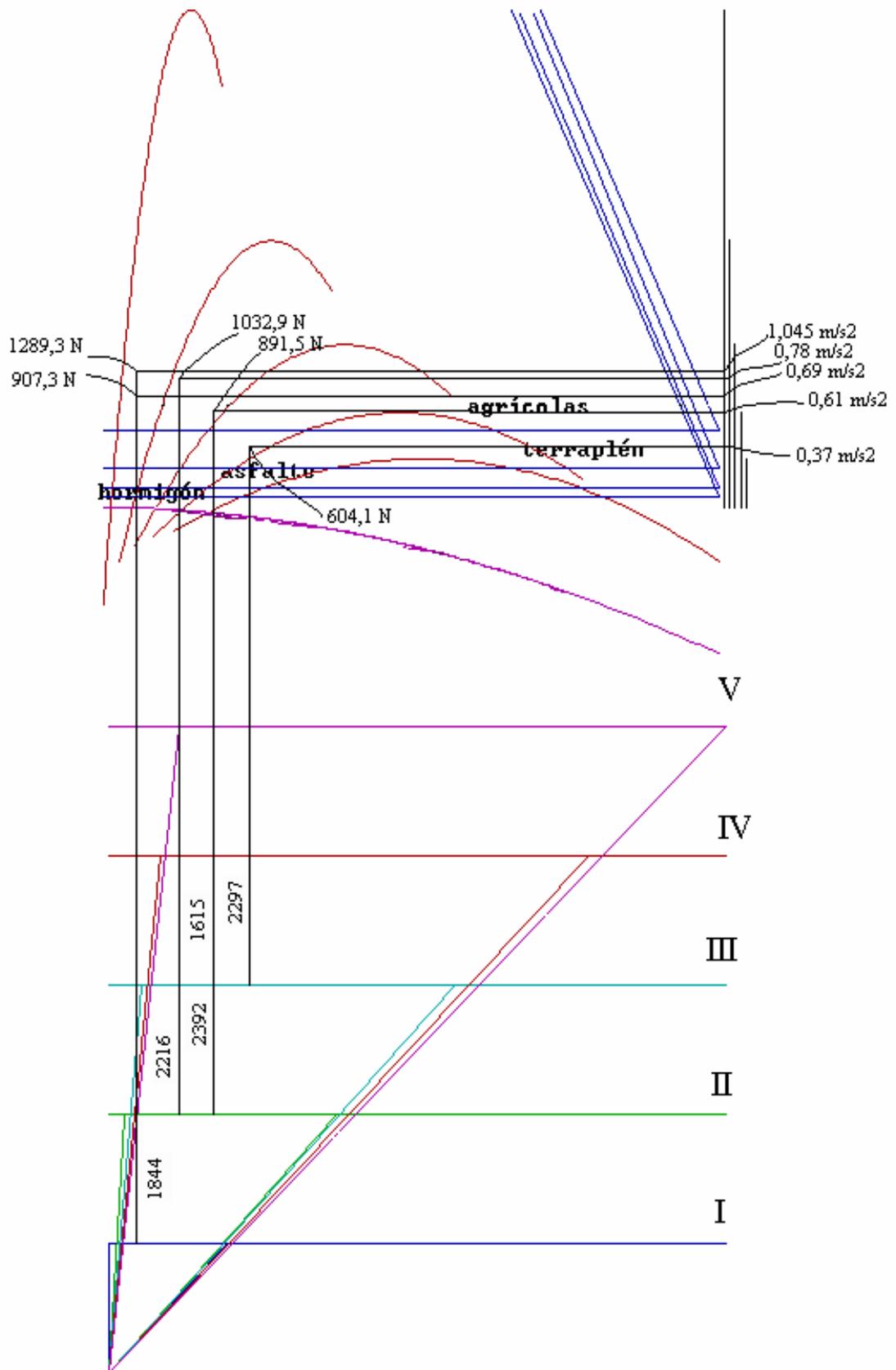
F_t – Fuerza total de resistencia del camino (N).

i_m - Relación de transmisión del puente motriz.

i_c - Relación de transmisión de la marcha conectada.

η_m – Eficiencia total de la transmisión.

Conocidos el par y las r.p.m. a las que gira el motor (parte inferior de la característica tractiva), basta con representar estos puntos en las características parciales del motor y conocer exactamente el punto de operación para cada condición diferente del ciclo.



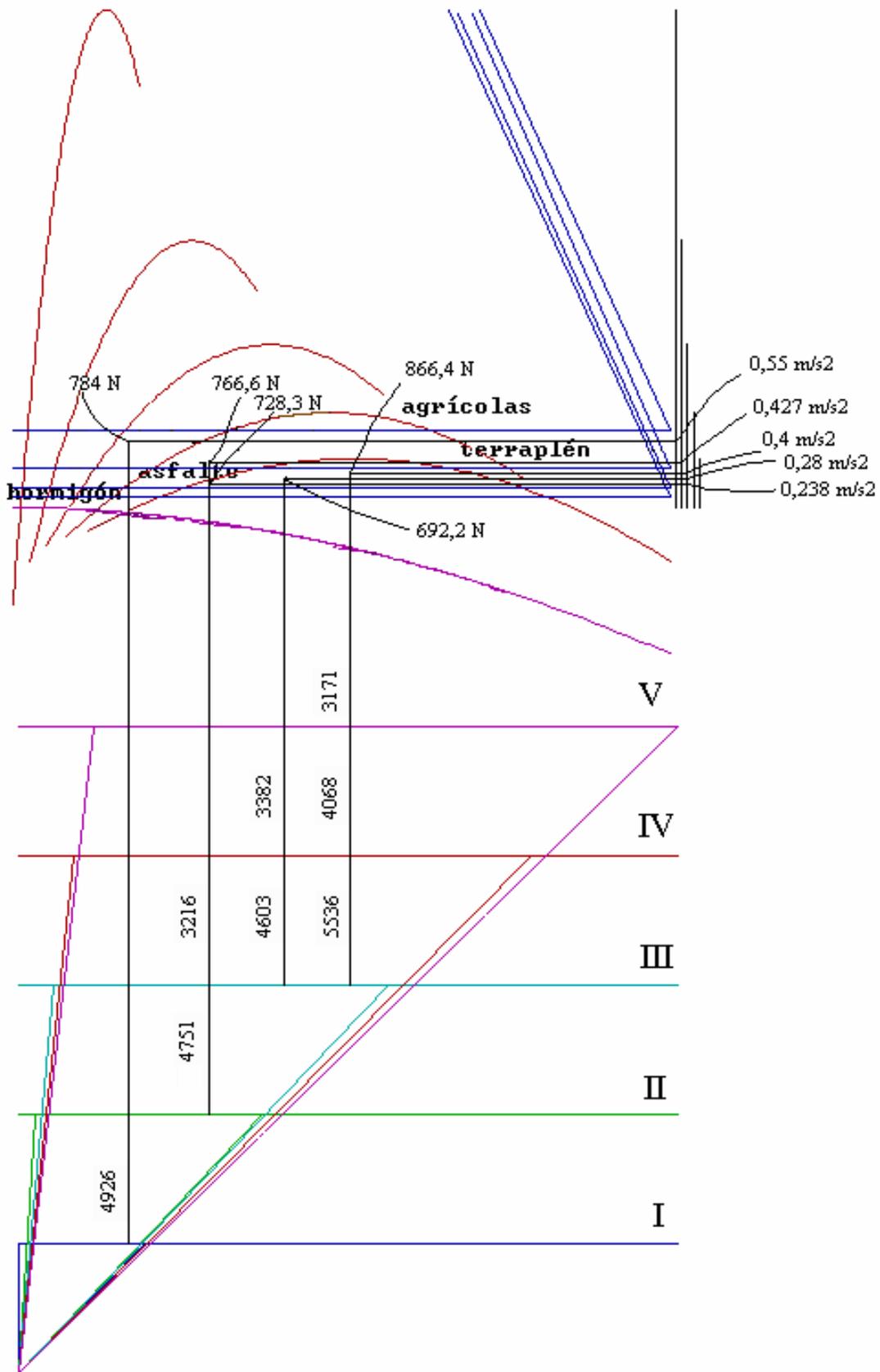


Figura 7.13: Balance de todas las fuerzas que actúan sobre el automóvil durante su marcha. Izquierda: primera etapa. Derecha: segunda etapa.

7.3.1.4 Representación del Par Resistivo Total en la Característica Parcial de Velocidad.

Las figuras 7.14 y 7.15 representan los diferentes puntos de operación del motor (unidos por flechas negras) durante la simulación del ciclo Europa en sus dos etapas respectivamente.

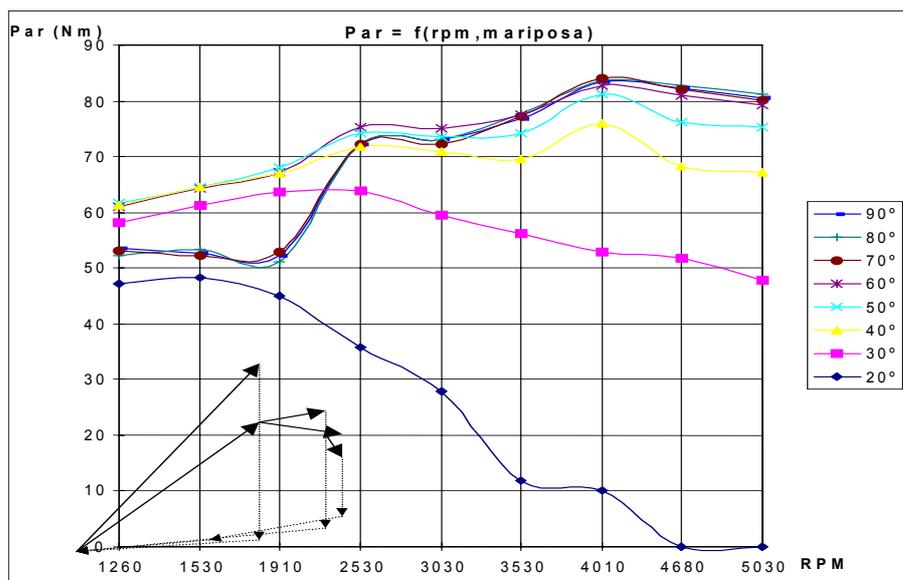


Figura 7.14: Par Resistivo Total en el Ciclo Europa 1ª parte.

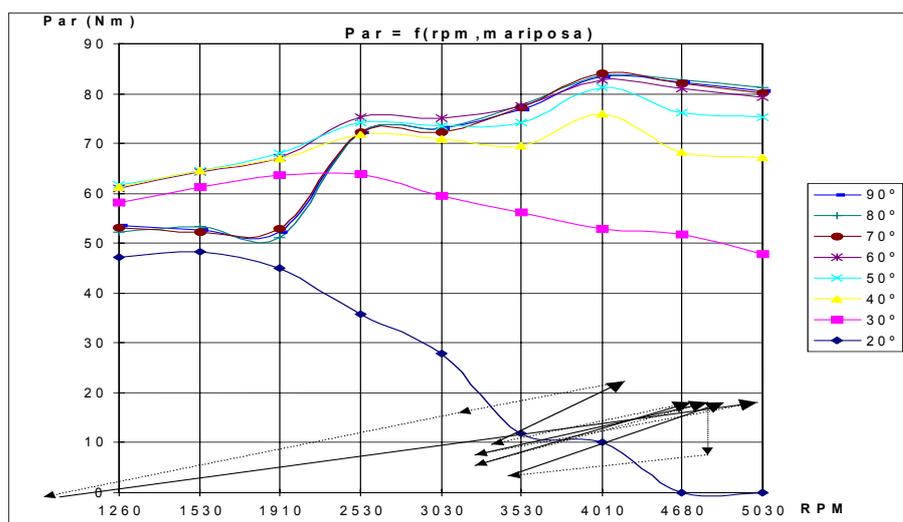


Figura 7.15: Par Resistivo Total en el ciclo Europa 2ª parte.

En ambas figuras la leyenda muestra el ángulo de apertura de la mariposa de gases del motor.

Como puede apreciarse, todo el diapasón de funcionamiento puede ser considerado como de pequeñas cargas, o sea, basta una apertura de 30° de la mariposa de gases del motor para que

este pueda entregar el par y número de vueltas necesarios para vencer las exigencias del ciclo. Debido a ello, las pruebas a las que se sometió el motor de pruebas fueron más exigentes.

7.3.2 Sistema de Inyección en el Colector, Cartográfico y Simultáneo.

Preparado el banco e instalados los equipos se procedió a evaluar el comportamiento del motor bajo su cartografía original y registrar sus parámetros de salida (par y consumo de combustible) y la emisión de contaminantes (CO, CO₂ y HC sin quemar), tanto en condiciones estacionarias como transitorios para su posterior comparación. Su combustión en régimen estacionario rara vez era estequiométrica, aunque en este aspecto influye no sólo la falta de adaptabilidad de la gestión, sino también el desgaste físico de la base mecánica del motor. Ajustando la inyección del motor a una mezcla estequiométrica se redujo el consumo específico de combustible, la emisión de contaminantes, e inclusive en algunas zonas se incrementó el par entregado por el motor a igualdad de condiciones de r.p.m. y abertura de la mariposa.

Conociendo ya la cartografía original de la inyección del motor, inicialmente sólo se varió manualmente la duración de los pulsos de inyección (igualmente sólo en condiciones estacionarias) por medio de una variación artificial de la carga del motor, hasta conseguir una combustión estequiométrica. Luego se registraron los parámetros de salida del motor y los contaminantes emitidos para su comparación con los parámetros originales.

La variación de los pulsos de inyección se realizó “variando” la carga a la que estaba sometido el motor. La interpretación de esta variación por la centralita traía consigo la variación del impulso eléctrico enviado a las bobinas de los inyectores. Debido a que los pulsos no se variaban directamente mediante una electrónica auxiliar, la centralita interpretaba la variación de la carga como real, por lo que ajustaba también (según su cartografía de encendido) el ángulo de avance al encendido, apareciendo entonces el indeseado fenómeno de la detonación. Para evitar la detonación fue necesario modificar también el ángulo de avance al encendido de forma externa. Las instalaciones necesarias para la variación de la carga y el ángulo de encendido así como el procedimiento se explicaron en los apartados 5.1.4.2 y 5.1.4.3.

7.3.2.1 Caracterización original del Motor de Pruebas.

Con la instalación preparada y puesta a punto, se procedió a determinar, en primer lugar, el resultado de la gestión de la inyección original del motor de pruebas, posteriormente se modificaron los pulsos de inyección, sin alterar en esta etapa el sistema original de inyección del motor.

En la figura 7.16 se observan en forma tridimensional el resultado de la gestión del motor analizado en todo su rango de trabajo.

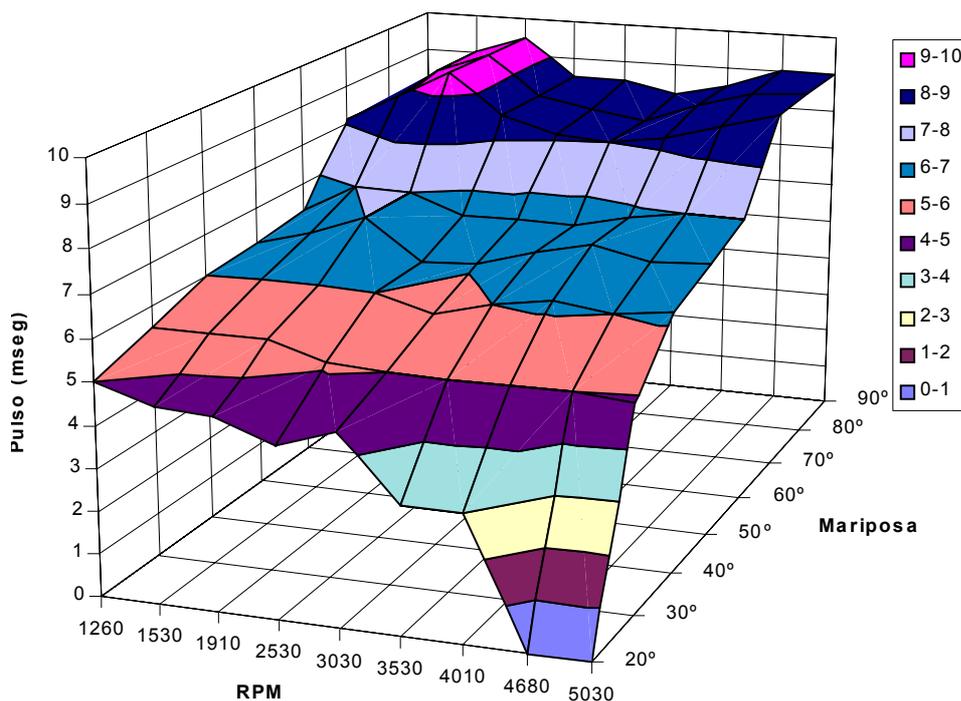


Figura 7.16: Resultados de la Gestión del Sistema LU-2 Jetronic.

Con los pulsos de inyección representados en la figura 7.16, tanto los consumos específicos como la emisión de contaminantes resultaban excesivos considerando lo típico para estas condiciones y tipo de motor. Lo anteriormente expuesto se puede apreciar claramente en las figuras 7.17, 7.18 y 7.19, en ellas se representan las características parciales a 20°, 30° y 50° de abertura de la mariposa de gases. La figura 7.20 muestra la característica exterior del motor (mariposa de gases completamente abierta).

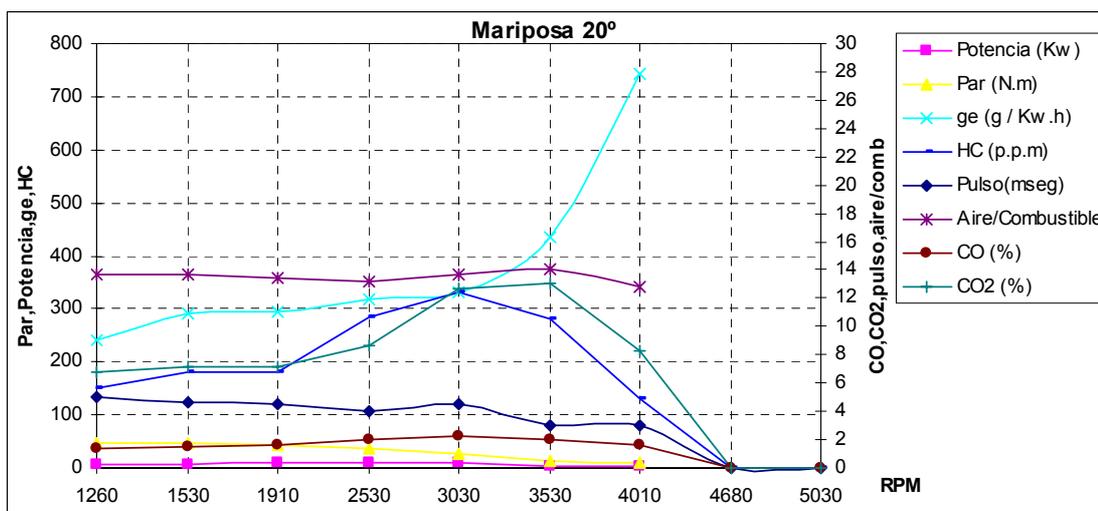


Figura 7.17: Comportamiento del motor para una abertura de la mariposa de gases de 20°.

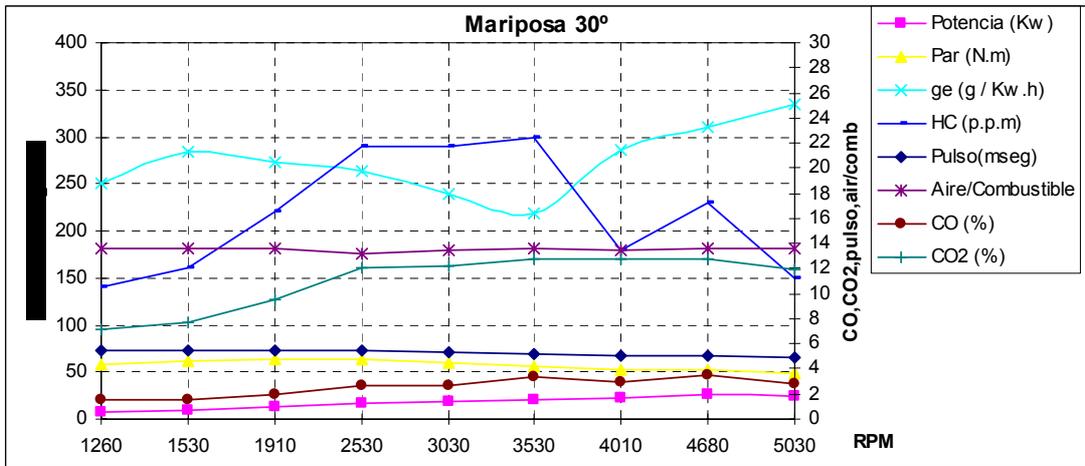


Figura 7.18: Comportamiento del motor para una abertura de la mariposa de gases de 30°.

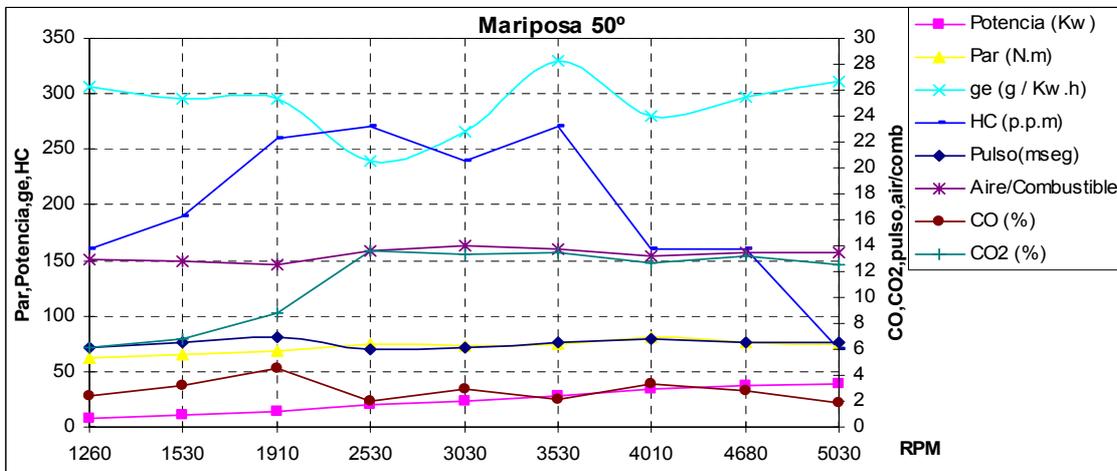


Figura 7.19: Comportamiento del motor para una abertura de la mariposa de gases de 50°.

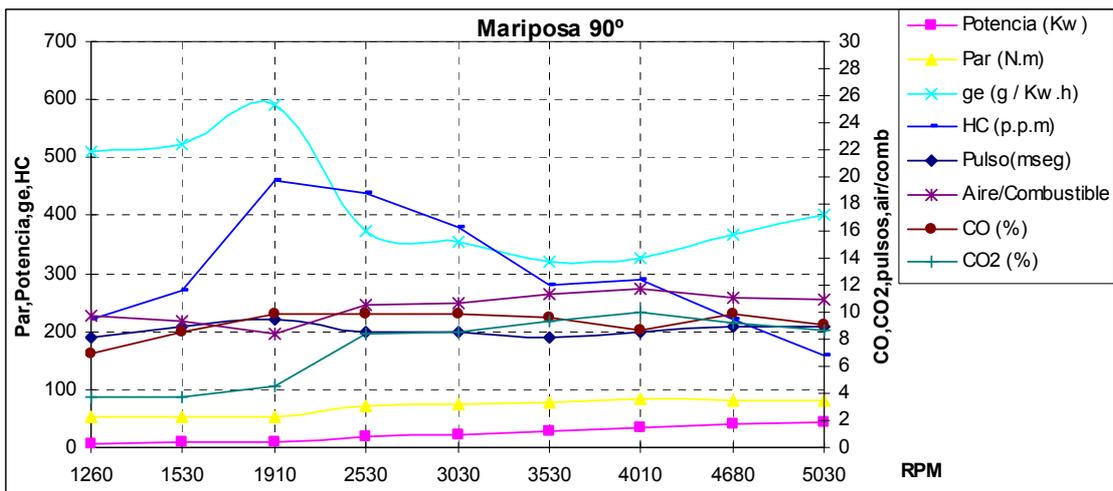


Figura 7.20: Comportamiento del motor con la mariposa de gases completamente abierta.

7.3.2.2 Ajuste Estequiométrico de los Pulsos de Inyección en Estacionarios.

A pesar de que sólo se variaba la duración de los pulsos de inyección hasta conseguir una mezcla estequiométrica, la valoración y el análisis de la mejora del comportamiento del motor en estacionarios para estas condiciones, nos permitió obtener unos primeros resultados, que fueron publicados por la Society of Automotive Engineers, Inc (SAE), en su “2000 SAE International Congress & Exposition”, [27], donde, además, se pueden apreciar los detalles y los resultados de estas pruebas.

Esta modificación se hizo sólo para una abertura de la mariposa de 20 y 30 grados ya que, como se explicó anteriormente, sólo se intentaba simular el ciclo Europa con el sistema de inyección original del motor de pruebas en *régimen estequiométrico*, para una posterior comparación.

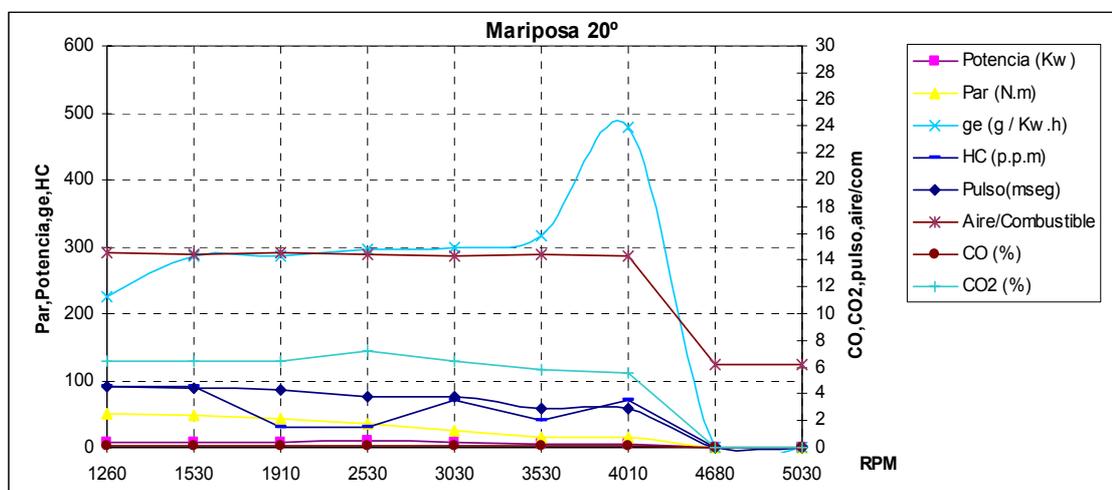


Figura 7.21: Ajuste Estequiométrico de los pulsos de inyección para una abertura de la mariposa de gases de 20°.

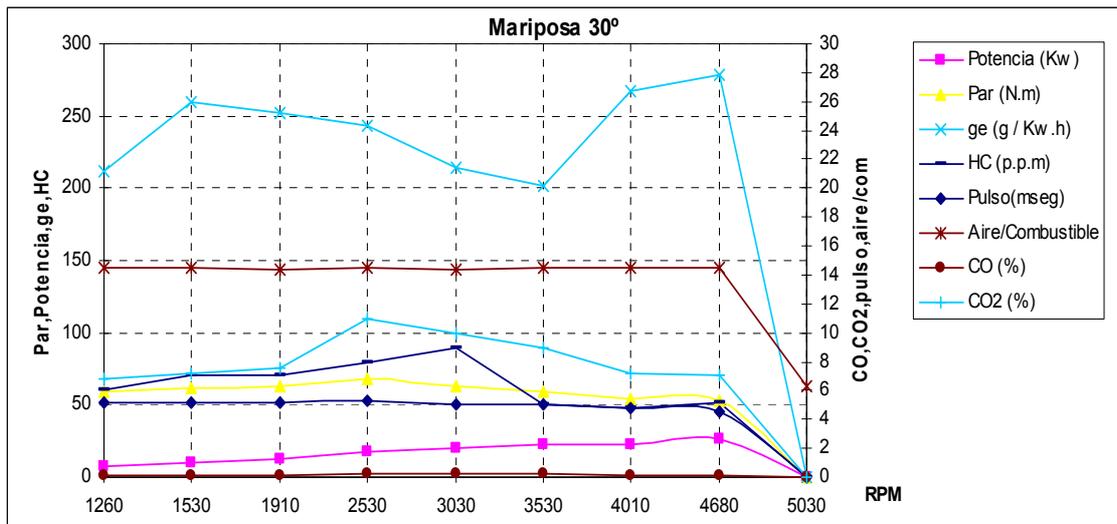


Figura 7.22: Ajuste Estequiométrico de los pulsos de inyección para una abertura de la mariposa de gases de 30°.

7.3.2.3 Comportamiento del Motor de Pruebas en el Ciclo Europa.

El único objetivo de someter el motor con su gestión original a los estados del ciclo europeo era obtener un patrón de comportamiento para la evaluación posterior de la gestión electrónica secuencial. Debido a que el objetivo de esta tesis no es evaluar la gestión Jetronic de la casa Bosch, en este apartado sólo se presenta el comportamiento de esta gestión en los estados estacionarios y transitorios más exigentes (en cuanto a prestaciones) de cada etapa del ciclo. En el capítulo 8, dedicado a la Evaluación de los Resultados Experimentales, se muestra de forma comparativa el resultado de ambas gestiones en los estados más característicos del ciclo.

7.3.2.3.1 Estacionarios.

El comportamiento en los estados estacionarios del ciclo queda incluido en el apartado 7.3.2.1, donde se caracterizó el motor en toda su gama de trabajo, por lo que en esta sección sólo se representa su comportamiento en el estado estacionario más exigente del ciclo.

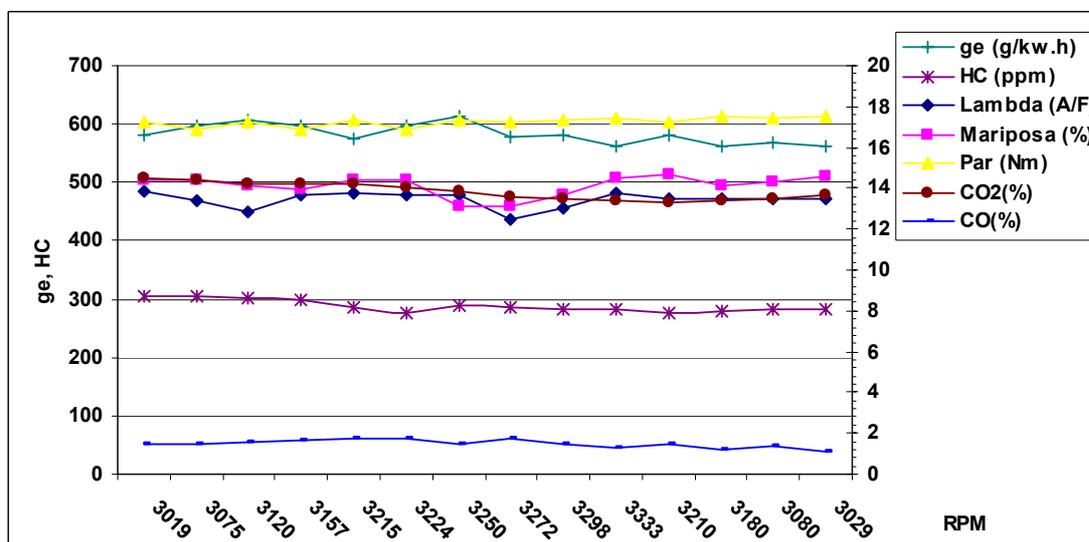


Figura 7.23: Estacionario para medianas vueltas y pequeñas cargas. Sistema Jetronic.

La figura 7.23 muestra la estabilización del motor alrededor de las 3000 r.p.m con pequeñas cargas, que equivaldría al trayecto desde los 336 – 346 segundos de la segunda etapa del ciclo de conducción. Aunque la estabilización del par es completamente satisfactoria, la misma se realiza con una mezcla rica, lo que empeora su consumo específico y la emisión de contaminantes. En el capítulo 8, dedicado a la Evaluación de los Resultados Experimentales, se muestra de forma comparativa el resultado de ambas gestiones en este mismo trayecto.

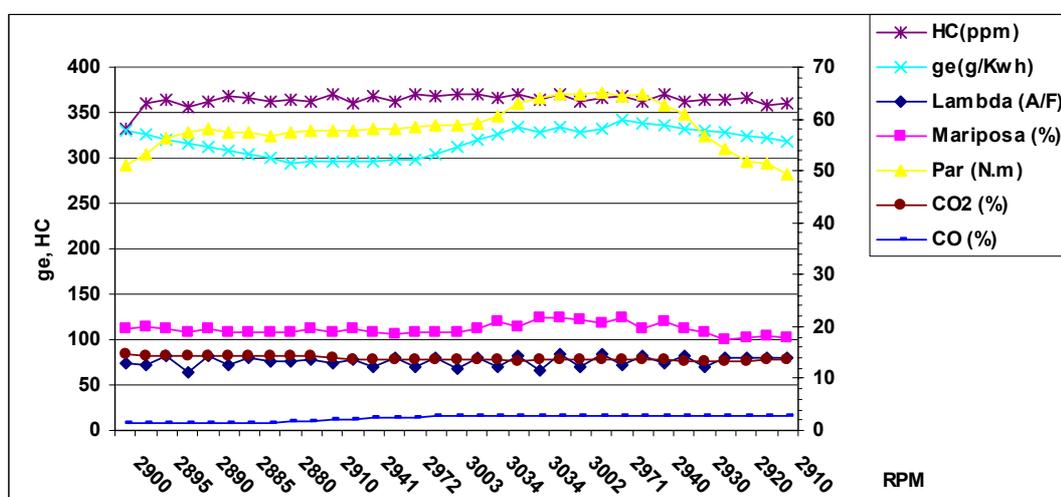


Figura 7.24: Estacionario para medianas vueltas y medianas cargas. Sistema Jetronic.

El estado estacionario representado en la figura 7.24 equivale al mismo trayecto pero con mayores cargas. El comportamiento casi cíclico de la sonda lambda demuestra alguna inestabilidad de la gestión del motor en este estado. Como en el caso anterior, en el capítulo 8 se compara esta gestión con la del sistema no cartográfico en el mismo estacionario.

7.3.2.3.2 Transitorios.

La evaluación comparativa de ambas gestiones durante los transitorios se hizo en los transitorios más exigentes del ciclo en cada etapa. Seguido se muestra el comportamiento de la gestión Jetronic en estos dos transitorios, para su posterior comparación.

La figura 7.25 muestra el desarrollo de los principales parámetros del motor en el trayecto que va desde los 55 hasta los 61 segundos. El ciclo contempla el transitorio desde los 49 segundos, no obstante, a los 55 segundos ocurre un cambio de marchas de 1ª a 2ª, siendo el segundo tramo más exigente. En la tabla 7.2 se muestran los parámetros exigidos al motor en el trayecto, antes y después del cambio de marchas.

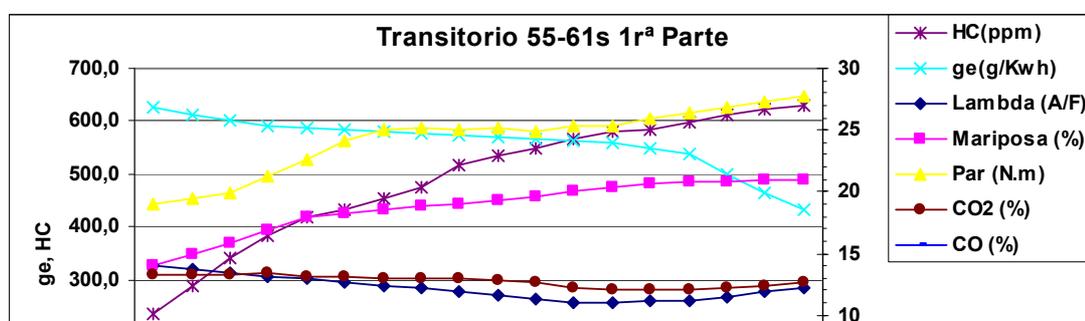


Figura 7.25: Comportamiento del motor en el trayecto 55-61 segundos de la primera etapa del ciclo Europa de conducción.

El gráfico representado en la figura 7.26 muestra su comportamiento esta vez desde los 316 hasta los 336 segundos.

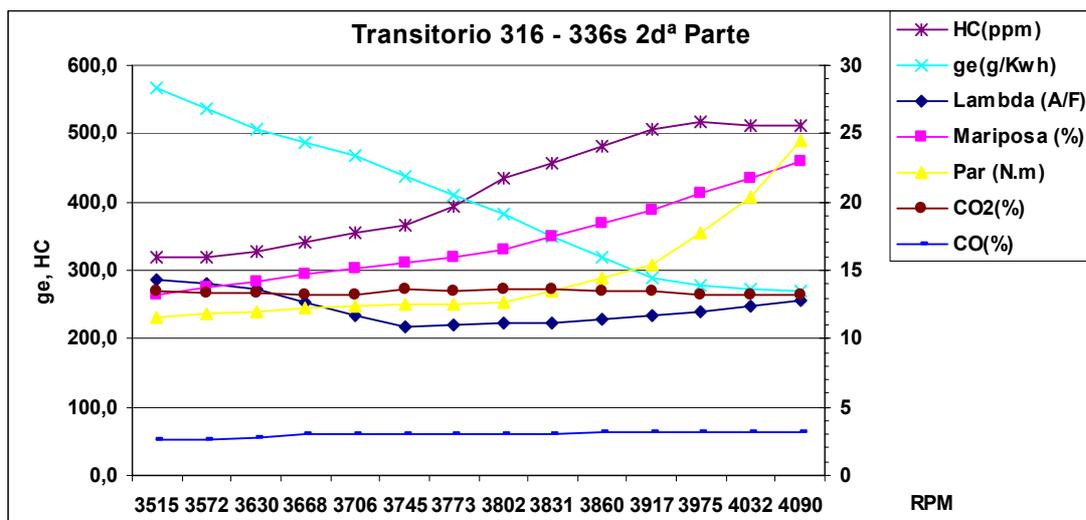


Figura 7.26: Comportamiento del motor en el trayecto 316-336 segundos de la segunda etapa del ciclo Europa de conducción

Este trayecto se desarrolla completamente con la 4ª marcha conectada, por lo que el mismo no se divide. También en la tabla 7.2 se muestran los parámetros tanto iniciales como finales exigidos al motor.

7.3.3 Sistema de Inyección en el Colector, No cartográfico y Secuencial.

Para conmutar de una gestión a otra sólo es necesario pulsar el interruptor doble que alimenta los inyectores en una u otra gestión, ya que el resto de los componentes funcionan continuamente. En este capítulo se describe el comportamiento del motor luego de esa conmutación.

7.3.3.1 Comportamiento General del Motor de Pruebas.

Realizadas las instalaciones definitivas se modificó entonces el sistema de inyección, encaminando las pruebas hacia un objetivo más amplio, y esta vez el sistema de inyección en el colector sería no cartográfico y secuencial.

El oscilograma de la figura 7.27 muestra una sinopsis del funcionamiento de la gestión y del comportamiento del motor de pruebas. En la misma figura se señalan las etapas características de su gestión, las cuales se corresponden con una transición desde un estacionario hacia un transitorio positivo y su posterior estabilización nuevamente en estacionario.

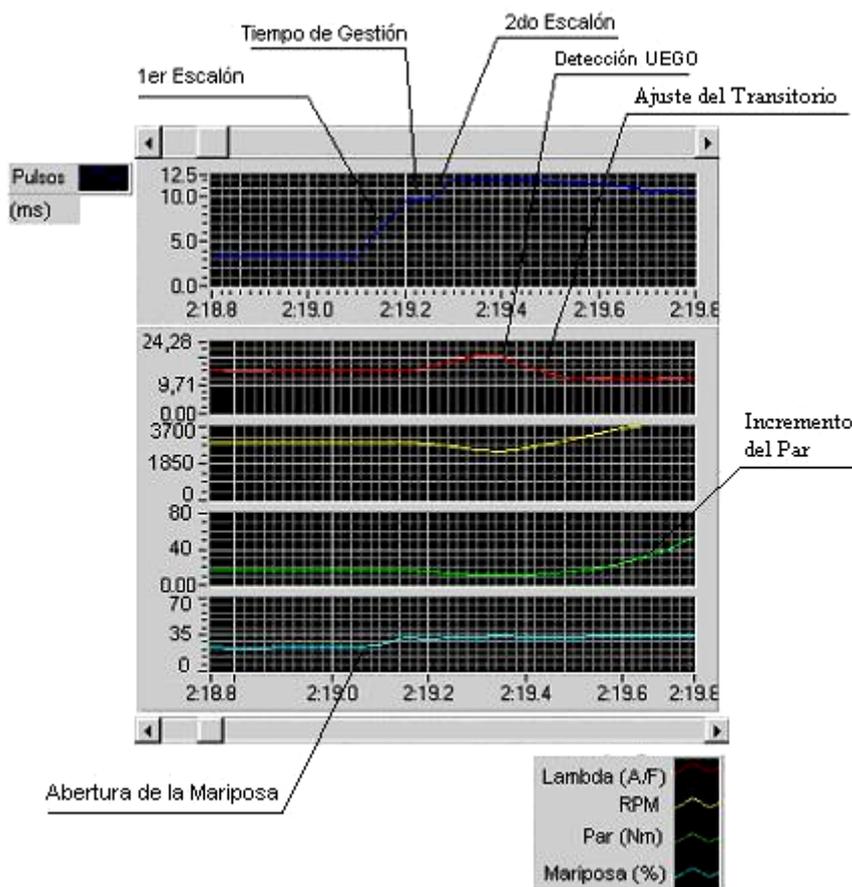


Figura 7.27: Oscilograma representativo del resultado de la Gestión del Sistema.

Analizando la figura 7.27 podemos dividir esta gestión en varias etapas:

1°. Hasta el momento de apertura de la mariposa (señalado como 1er Escalón) el comportamiento del motor es estacionario y su gestión actúa como tal, o sea, los pulsos son constantes y no existen variaciones significativas de los demás parámetros.

2°. Al abrir la mariposa comienza la gestión del transitorio en su primera etapa (señalada como 1er Escalón) caracterizada por un incremento mayor de los pulsos de inyección, ya que la diferencia entre las dos lecturas consecutivas de la apertura de la mariposa de gases es muy significativa.

3°. Luego de este primer incremento los pulsos se mantienen constantes debido al tiempo necesario por el sistema para procesar toda la información recibida, esta etapa se señala como Tiempo de Gestión.

4°. Dado que aún la diferencia entre las dos lecturas consecutivas de la apertura de la mariposa es mayor que la consigna, se continúa con el incremento de los pulsos; pero este incremento (señalado como 2do Escalón) es ahora menor, ya que la actual diferencia entre las lecturas de la apertura de la mariposa de gases es menor.

5°. La lambda detecta el inicio del enriquecimiento de la mezcla (empobrecida temporalmente debido a la brusca abertura de la mariposa de gases) y comienza el ajuste del transitorio mediante la señal de la sonda lambda.

6°. Como resultado de toda la gestión del estado transitorio, se incrementa el par desarrollado por el motor, sin recurrir a una excesiva aportación de combustible.

El análisis de varias actuaciones como la anterior nos permitió confirmar un comportamiento general satisfactorio del motor de pruebas.

7.3.3.2 Comportamiento del Motor de Pruebas en Estacionarios.

Las pruebas iniciales efectuadas bajo estas nuevas condiciones se realizaron en condiciones estacionarias, seleccionando en el ordenador en la sección de “Calibración” la opción de “Funcionamiento Estequiométrico” (véase figura 5.11). Los resultados obtenidos en estas pruebas preliminares fueron muy alentadores en cuanto al comportamiento del motor. De forma general puede decirse que si bien no se obtuvo un incremento notable del par desarrollado por el motor si se disminuyó el consumo de combustible y la emisión de CO y los HC sin quemar.

La figura 7.28 muestra la estabilización en un estacionario de medianas vueltas y pequeñas cargas del motor, que se correspondería aproximadamente con el período de 236-346 segundos de la segunda etapa del ciclo europeo de conducción, siendo este el más exigente de todo el ciclo. Es notable el ajuste del sistema en esta estabilización, ya que *disminuyendo los pulsos de inyección hacia una estequiometría, no sólo se reduce el consumo específico de combustible, sino que se incrementa el par*, como se demuestra claramente en la misma figura.

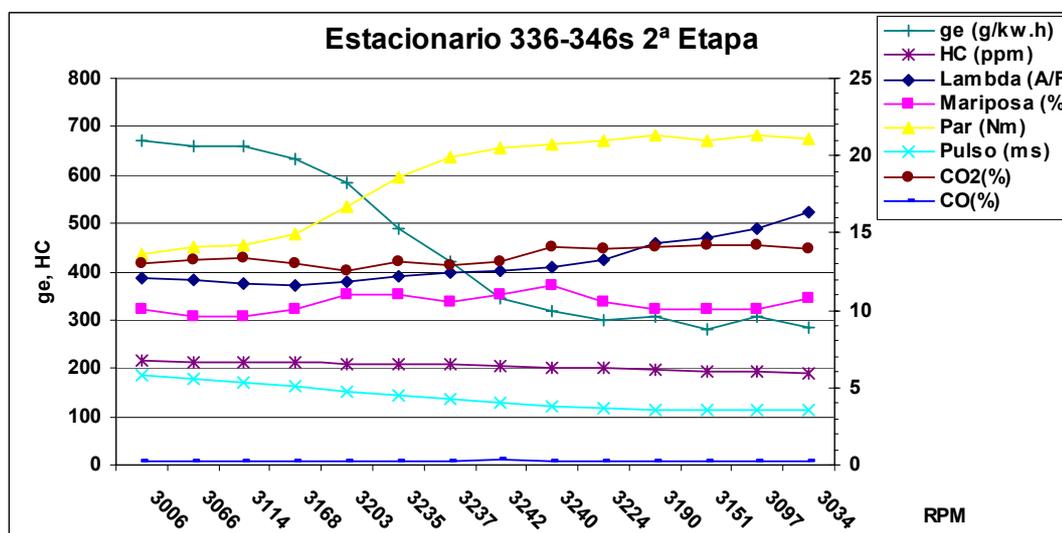


Figura 7.28: Estacionario del motor de pruebas para medianas vueltas pequeñas cargas.

Manteniendo un régimen de medianas vueltas pero aplicando medianas cargas al motor, se obtiene el comportamiento mostrado en la figura 7.29. En este caso la estabilización requiere una menor actuación del sistema, pero sigue apreciándose una ligera disminución de los pulsos de inyección con alguna mejoría del par entregado por el motor.

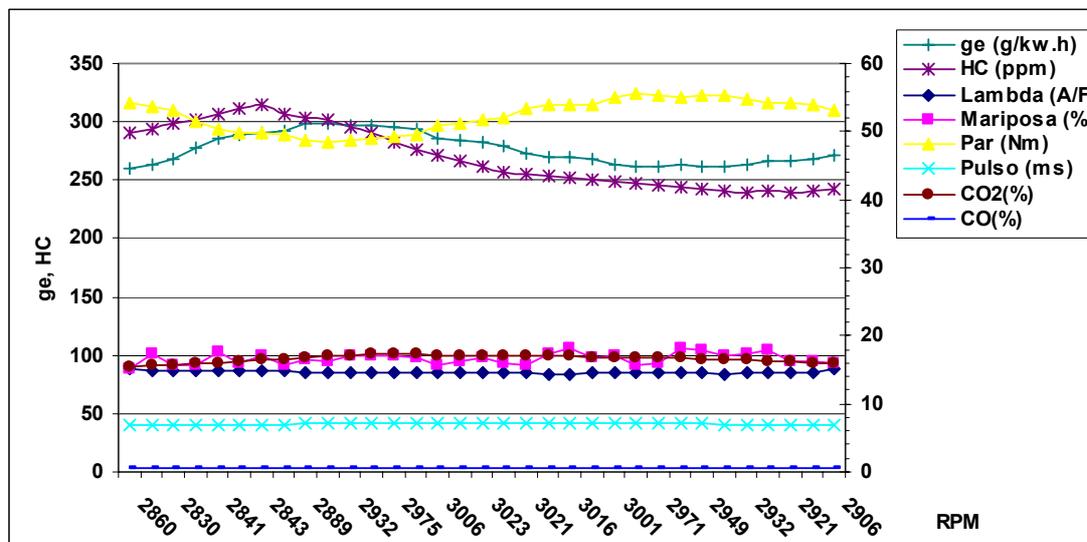


Figura 7.29: Estacionario del motor de pruebas medianas vueltas medianas cargas.

7.3.3.3 Comportamiento del Motor de Pruebas en Transitorios.

La tendencia actual en la fabricación de motores de combustión interna para usos en la automoción es la de conseguir siempre mínimos consumos de combustible así como menores emisiones de contaminantes. No obstante, durante los transitorios positivos a menudo se recurre a penalizaciones del consumo e inclusive el de contaminantes con el objetivo de obtener la máxima potencia posible, necesaria para obtener aceleraciones “brillantes”, subir mayores pendientes, transitar por caminos en peor estado, etc.

Durante los transitorios positivos es imprescindible el incremento del caudal de combustible inyectado, con la consiguiente repercusión en los HC expulsados sin quemar en el escape, independientemente de si se inyecta en el colector o directamente en el cilindro. En el capítulo 6.3 se explicó nuestra estrategia de gestión de los estados transitorios, la figura 7.27 muestra los resultados de esta gestión. La secuencia de figuras desde la 7.30 hasta la 7.40 muestra el comportamiento del motor en todos los transitorios positivos del ciclo europeo de conducción en sus dos fases.

Las figuras 7.32 y 7.40 representan los transitorios más exigentes del ciclo Europa en sus dos etapas, los cuales se toman como referencia para la evaluación del comportamiento en transitorios de ambas gestiones. En la figura 7.41 se representa la actuación de la gestión electrónica secuencial ante un transitorio positivo con mayores sollicitaciones que el ciclo europeo, este estado también se ha tomado como referencia para una posterior comparación de ambas gestiones.

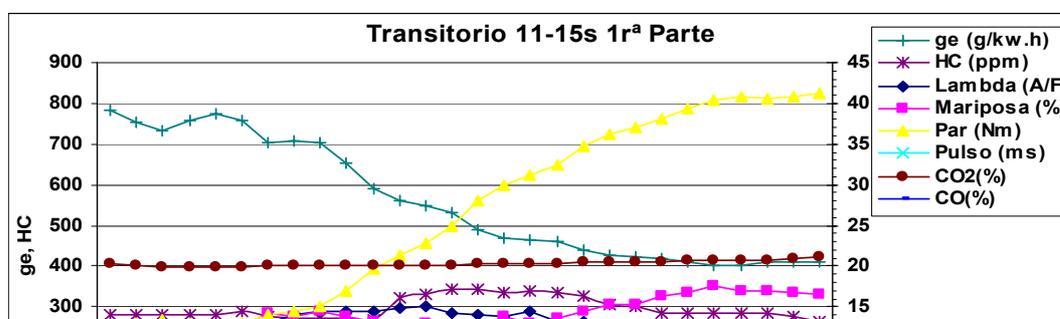


Figura 7.30: Comportamiento del motor en el trayecto 11-15 segundos de la primera etapa del ciclo Europa de conducción.

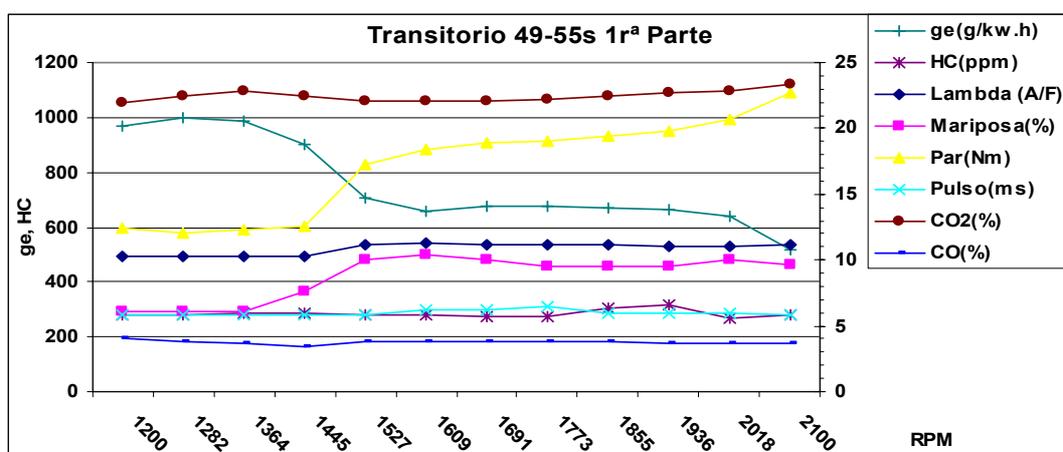


Figura 7.31: Comportamiento del motor en el trayecto 49-55 segundos de la primera etapa del ciclo Europa de conducción.

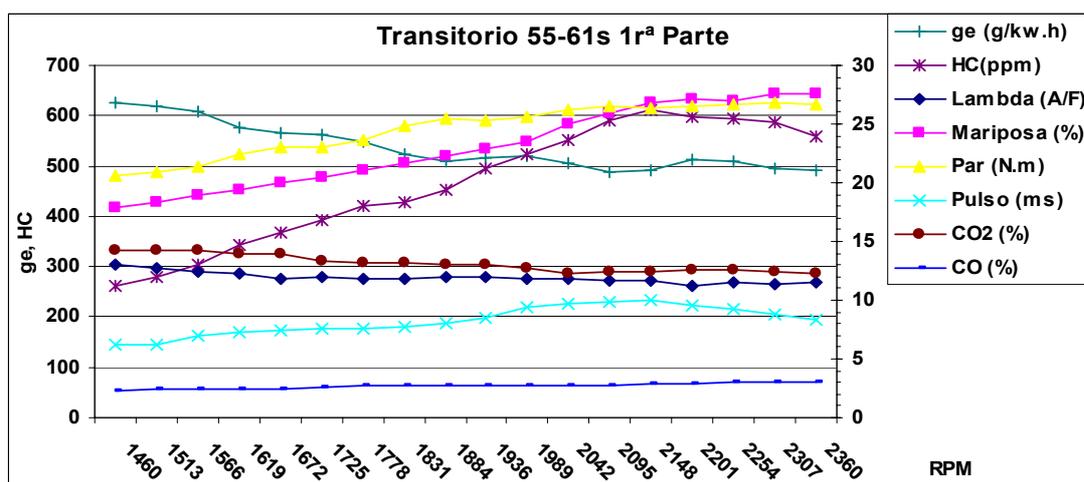


Figura 7.32: Comportamiento del motor en el trayecto 55-61 segundos de la primera etapa del ciclo Europa de conducción.

Observando el incremento de los pulsos de inyección de la gestión de la figura 7.32, se aprecia que su incremento suave y escalonado no penaliza el aumento del par, disminuyendo inclusive el consumo específico. De igual forma se aprecia que el aumento lógico de los HC sin quemar no es excesivo y el CO aumenta de forma mínima. Este transitorio es el más exigente en prestaciones dinámicas del motor en la primera etapa del ciclo.

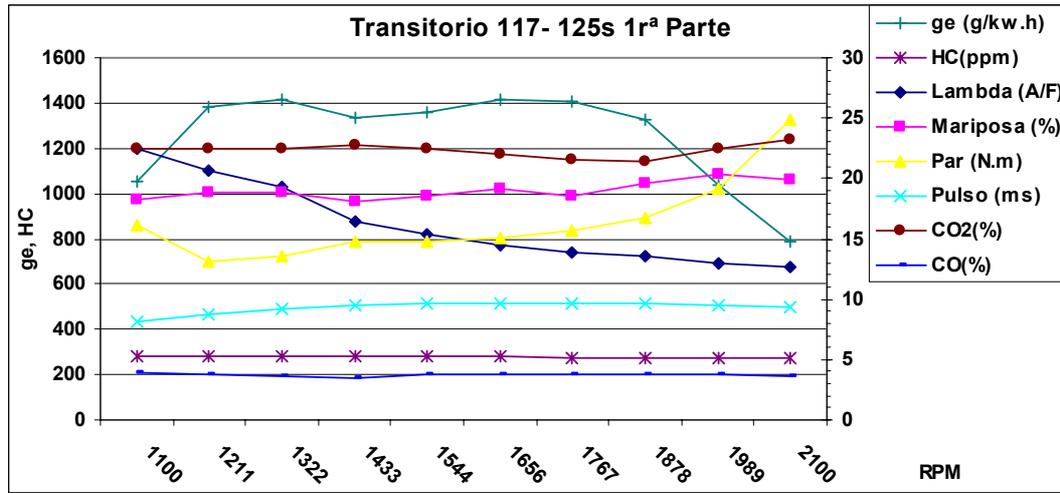


Figura 7.33: Comportamiento del motor en el trayecto 117-125 segundos de la primera etapa del ciclo Europa de conducción.

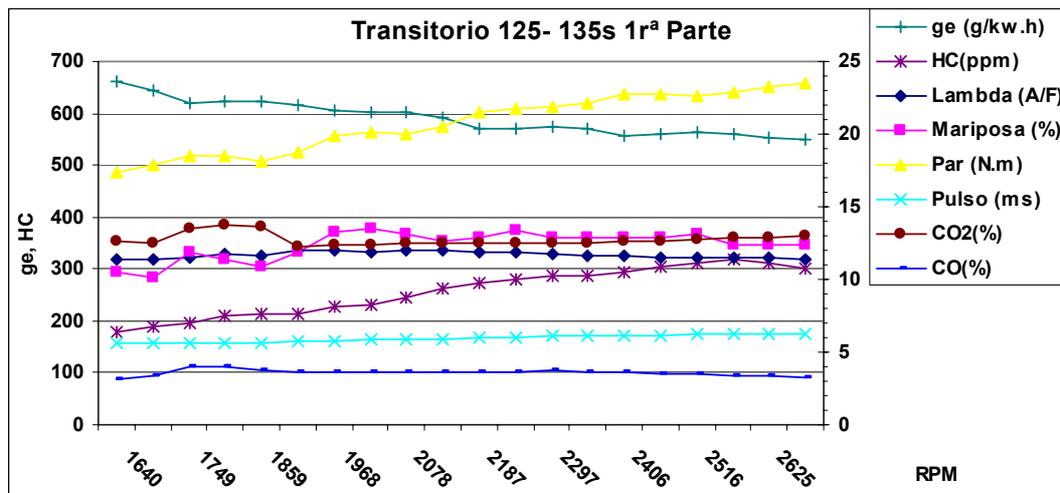


Figura 7.34: Comportamiento del motor en el trayecto 125-135 segundos de la primera etapa del ciclo Europa de conducción.

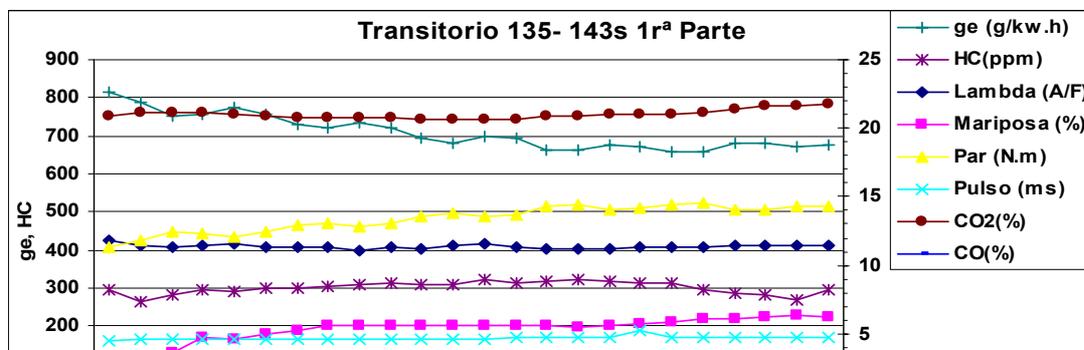


Figura 7.35: Comportamiento del motor en el trayecto 135-143 segundos de la primera etapa del ciclo Europa de conducción.

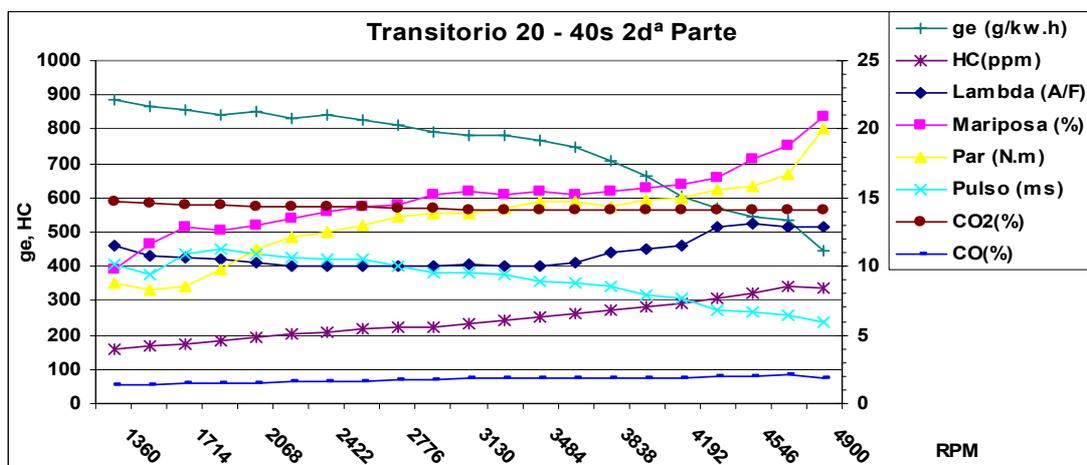


Figura 7.36: Comportamiento del motor en el trayecto 20-40 segundos de la segunda etapa del ciclo Europa de conducción.

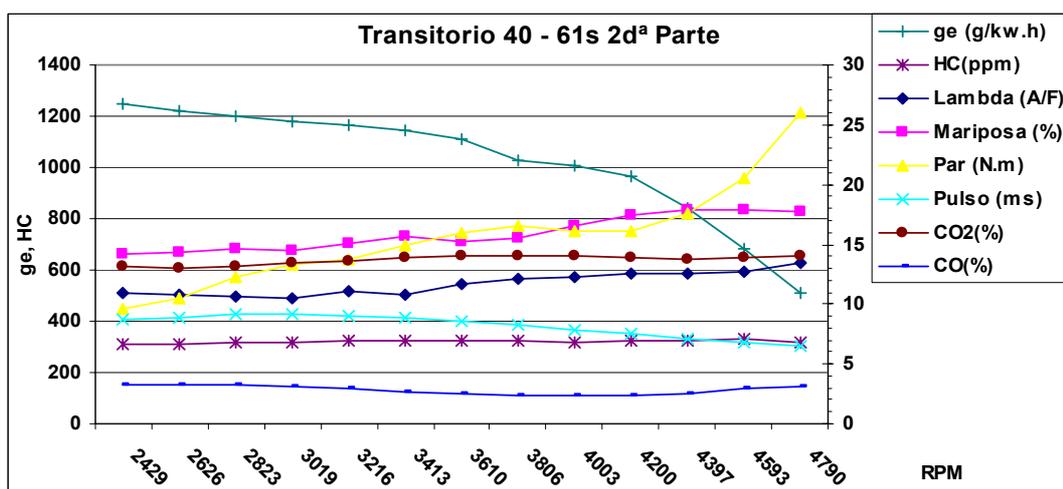


Figura 7.37: Comportamiento del motor en el trayecto 40-61 segundos de la segunda etapa del ciclo Europa de conducción.

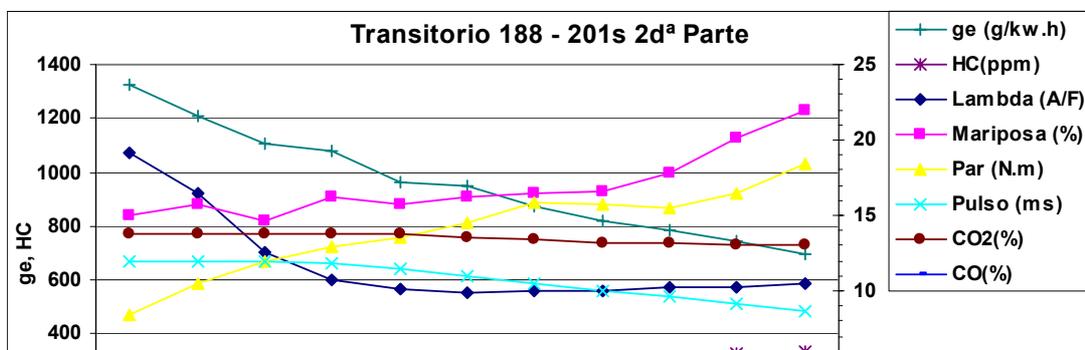


Figura 7.38: Comportamiento del motor en el trayecto 188-201 segundos de la segunda etapa del ciclo Europa de conducción.

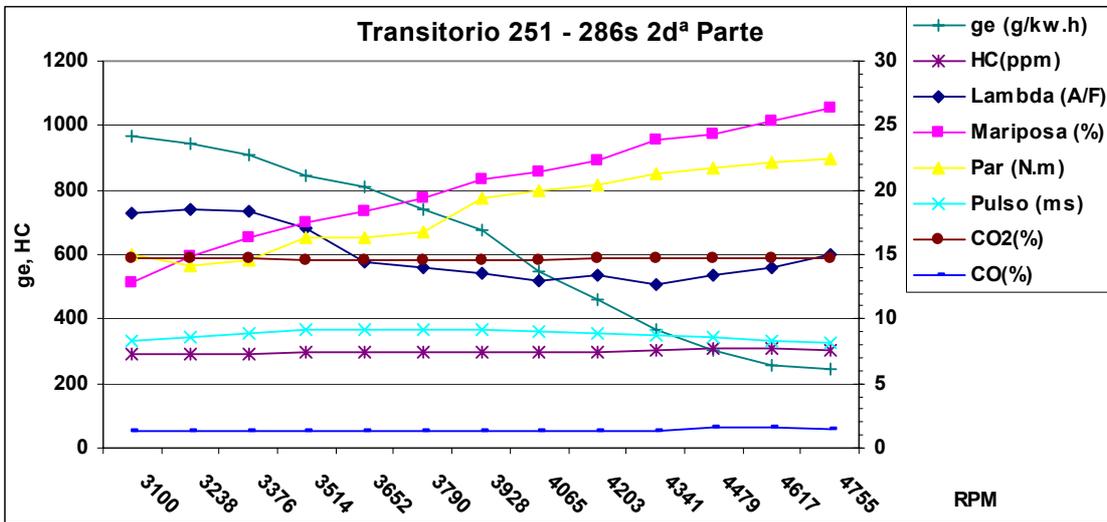


Figura 7.39: Comportamiento del motor en el trayecto 251-286 segundos de la segunda etapa del ciclo Europa de conducción.

La figura 7.40 muestra el transitorio más exigente en cuanto a solicitaciones de par de la segunda etapa del ciclo. En este caso la pendiente de los pulsos de inyección es aún más suave, lo que evita incrementos excesivos de los HC sin quemar. A partir de las 3924 r.p.m. se observa que comienza a disminuir la riqueza de la mezcla, por lo que comienzan a disminuir los pulsos de inyección debido al ajuste de la mezcla hacia la estequiometría (aún en zona de mezcla rica), siendo este ajuste (simultáneo con la apertura de la mariposa) favorable para el incremento del par.

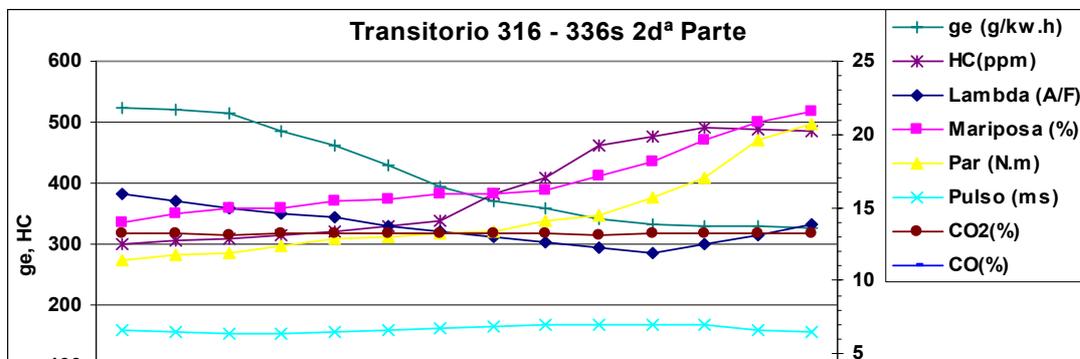


Figura 7.40: Comportamiento del motor en el trayecto 316-336 segundos de la segunda etapa del ciclo Europa de conducción.

Finalizando esta presentación inicial del comportamiento del Sistema de Inyección en el Colector No Cartográfico y Secuencial en transitorios, se muestra en la figura 7.41 un transitorio positivo más exigente que el ciclo europeo.

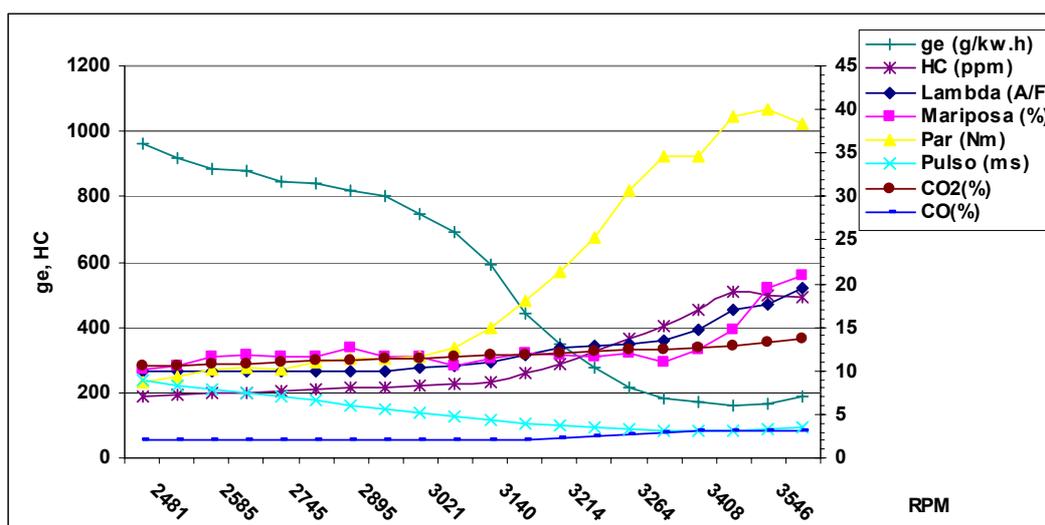


Figura 7.41: Comportamiento del motor en un trayecto representativo de un transitorio positivo.

Como aspecto realmente significativo se destaca que, para estas condiciones, en un diapasón desde 2400 hasta 3900 rpm, se obtiene un incremento notable del par, registrándose inclusive una disminución de los pulsos de inyección. Esta disminución de los pulsos sólo representa una disminución cíclica del caudal inyectado, no horaria, ya que aumentan las r.p.m y, por tanto, la frecuencia con que se inyecta. No obstante, el sistema ajusta el pulso continuamente en función del valor real de la composición de la mezcla, y no según la actuación invariable de un controlador con sensor EGO implementado en la gestión del lazo cerrado, como las gestiones cartográficas clásicas.