

Definición de un ciclo de movimiento básico para camiones diesel.

V. Millo Carmenate, J. Padrón Hernández, J. Ramón Fuentes Vega, J. Cogollos Martínez.

Facultad de Mecánica, Universidad de Cienfuegos.
vmillo@fmec.ucf.edu.cu, jcogollos@yahoo.com,
jfuentes0@yahoo.com, jpadron@fmec.ucf.edu.cu.

(Recibido el 23 de Mayo de 2003; aceptado el 14 de Octubre de 2003)

Resumen.

Se define un ciclo básico de movimiento, cuya modelación matemática posibilite la determinación de indicadores dinámicos básicos y de consumo de combustible para poder comparar vehículos con iguales fines pero con diferente procedencia, marca o parámetros constructivos, bajo similares condiciones a los fines de la selección.

Palabras claves: Dinámica de vehículos, selección, ciclos de viaje.

1. Introducción.

El mundo se debate hoy ante una crisis energética de consecuencias imprevisibles, se hace un uso desmedido de fuentes de energía no renovables provocando el agotamiento prematuro de sus fuentes. El transporte es hoy uno de los principales consumidores de energía superando en muchos países al propio sector industrial, por lo que trabajar por la reducción del consumo de combustible es una tarea de primer orden.

La selección del parque vehicular es, desde el punto de vista de la eficiencia energética, el primer paso a emprender para lograr indicadores técnico-económicos adecuados en el proceso de explotación. Dada la complejidad y heterogeneidad de condiciones de explotación los vehículos tienen que ser seleccionados a partir de un sistema de parámetros e indicadores, donde el consumo de combustible y los parámetros dinámicos juegan un importante papel.

2. Desarrollo.

Para la valoración del consumo de combustible y la contaminación se han usado ampliamente diferentes ciclos de viaje, que de acuerdo al país y el propósito de los mismos, toman diferentes formas específicas, que son generalmente usadas como normas.

De acuerdo con [6], un ciclo de viaje ampliamente usado en Europa es el ECE/EG, en el que el ciclo nuevo ha sustituido al antiguo desde 1993. En USA son usados diferentes ciclos de viaje, uno de los más usados es el FTP 75. En la tabla No.1 se hace una breve comparación entre algunos de los ciclos de viaje más usados.

Tabla No.1. Comparación entre algunos ciclos de viajes utilizados en el mundo.

Ciclo	Long. [Km.]	Vel. Med, [Km./h]	Vel. Máx. [Km/h]
ECE/EG Viejo	1,013	18,7	50
ECE/EG Nuevo	11	32,5	120
Ciclo Japonés (frío)	1,021	30,6	60
Ciclo Japonés (caliente)	4,16	22,7	70
Ciclo USA FTP 75	17,88	34,1	91,2

También son empleados otra diversidad de ciclos de viaje entre ellos:

- BCDC Ciclo de viaje de ciudad Braunschweig.
- FIGE Ciclo trasiente europeo.
- HDTC (EU FTP HD) Ciclo trasiente de USA para vehículos pesados.
- NYCC Ciclo de viaje de la ciudad Nueva York.
- NYCOMP Ciclo de viaje de Nueva York compuesto.
- BP/London. Ciclo de viaje de la compañía de petróleo de Londres.
- BC Ciclo de viaje de Berlín.
- GEIPOT Ciclo de viaje de la compañía de planeación de Brasil.
- CBDC (SAE J 1376) Ciclo de viaje para vehículos pesados de USA y Canadá.
- DUBDC Ciclo urbano alemán para ómnibus.
- De Lijn Ciclo de viaje de ciudad de Bélgica.

A modo de ejemplo se observan las características de algunos de estos.

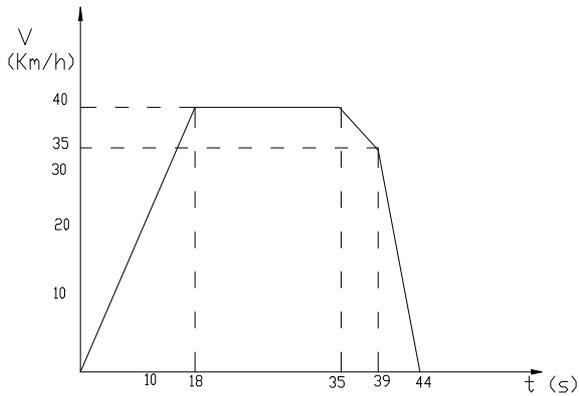


Figura 1. GEIPOT Ciclo de viaje de la compañía de planeación de Brasil.[12].

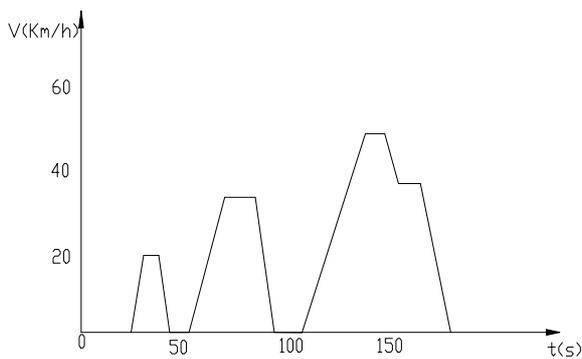


Figura 2. Ciclo de viaje ECE/EG (Ciclo antiguo).[6].

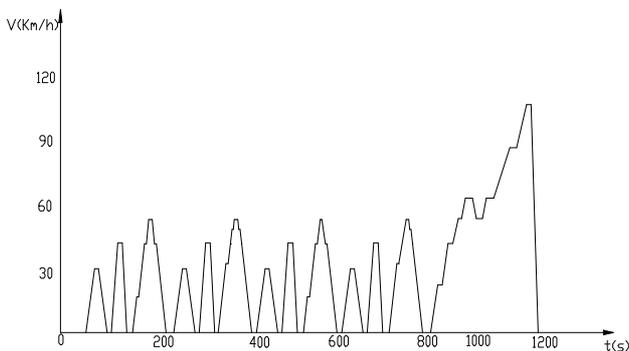


Figura 3. Ciclo de viaje ECE/EG (Ciclo nuevo).[6].

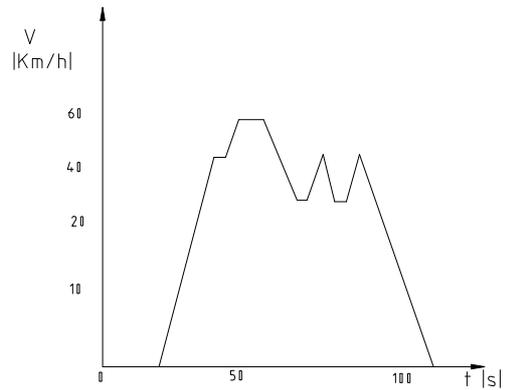


Figura 4. Ciclo de viaje Japonés (ensayo en frío).[6].

Los indicadores de consumo y de contaminación ambiental son muy dependientes del ciclo de viaje utilizado para su determinación, En [11] se reportó variaciones del consumo de combustible medido por diferentes ciclos (CBDC, DUBCD y De Linj) con respecto a los valores reales en una ruta específica de mas de un 24 % , con una influencia significativa de la aceleración positiva instantánea, concluyendo también que la relación entre los ciclos reales y los simulados no es una línea recta y difiere de tecnología en tecnología. Se ha podido demostrar también que no siempre la capacidad de aceleración del vehículo es capaz de vencer los requerimientos del ciclo.

En [13], el análisis del modelo ENEA, propone una velocidad promedio corregida al considerar que los ciclos de viaje utilizados no reflejan realmente el comportamiento de un vehículo en la explotación, proponiendo la evaluación de tres ciclos diferentes; un ciclo real (considerado ideal), un ciclo reconstruido simplificado, y una aproximación intermedia entre estos dos, llamado velocidad corregida promedio, que incluye un factor de corrección debido a la congestión del tráfico.

En Cuba no se tiene un ciclo de viaje normado que permita entre otros aspectos importantes poder realizar evaluaciones de modificaciones constructivas realizadas en los vehículos o pronosticar el consumo de combustible de un vehículo en determinadas condiciones de explotación. En un intento de suplir esta necesidad en [15] se propone un ciclo de movimiento para la determinación experimental del consumo con diferentes modificaciones técnicas, aunque no se realiza ninguna argumentación de dicho ciclo, ni se realiza un cálculo adecuado del consumo durante el ciclo de frenado, se puede considerar como el primer intento en el país de realizar evaluación del consumo a partir de un ciclo que permita realizar comparaciones. El autor desarrolla una metodología para determinar el consumo con diferentes condiciones de ralentí, aceleración, velocidad constante y deceleración.

Los modelos existentes no cubren las expectativas; porque están hechos para otras condiciones, a partir de experimentos en polígonos de prueba bajo normas que prescriben los ciclos de prueba, porque son incompletos al no incluir el efecto de todos los factores fundamentales, porque están hechos para vehículos particulares o tipo de vehículos, etc.

Ante esto se desprende la necesidad de elaborar un modelo, que responda a los requerimientos específicos de la selección, que contemple los principales factores que inciden en el consumo y que pueda integrar las condiciones de explotación cubanas. Como quiera que no existe un estudio de estas, ni normas establecidas para el desarrollo de las pruebas, y como a los efectos de la selección se hace necesario valorar en iguales condiciones vehículos de diferentes procedencia, en forma rápida, es que se desprende la necesidad del ciclo básico.

Se define entonces un ciclo de viaje básico con el propósito de comparar, evaluar o seleccionar camiones. Las características de este ciclo se expresan a continuación.

Un período de impulso, desde el reposo hasta marcha superior con cambios de marcha, un período a velocidad constante ($v=cte$), un período de deceleración hasta velocidad cero ($v=0$) y un periodo de trabajo en ralentí. Con 100% de aprovechamiento de la capacidad de carga.

El período de impulso se desarrolla con máximo suministro de combustible (característica exterior de velocidad); con tiempos promedios de cambios de marcha de 2 segundos (durante el cambio de marcha se produce un retardo de 1 a 2 segundos [16] , y considerando la costumbre casi generalizada de doble embrague entre los chóferes de camiones), con rangos de impulso en cada marcha desde ralentí hasta $0,85 \cdot n_N$; valor de velocidad angular del motor a la cual la mayoría de los chóferes realizan el cambio de marcha [5] , hasta alcanzar la velocidad estable, la que se mantiene durante 1000 m, partiendo de las características de este tipo de vehículo, se considerará

una eficiencia del patinaje (η_s) del 98%. La velocidad final en cada marcha será:

$$v_i = 0,85 \cdot n_N \cdot rd \cdot i_t \cdot \eta_s.$$

El proceso de frenaje se desarrollará con máxima intensidad desde la velocidad estable hasta velocidad cero, alcanzada la misma se mantiene un tiempo de trabajo en ralentí, con el vehículo detenido, de $t_{E2} - t_{R1}$.

La velocidad estable de movimiento V_E se considera 80 km/h, (22 m/s), (u otra definida según las condiciones de explotación) esta es normalmente una velocidad de tránsito en carretera, alcanzable para los vehículos de esta clase, con aprovechamiento total de la capacidad de carga, y está acorde con regulaciones de la ley 60 del tránsito en Cuba.

En el ciclo se considera un tiempo de trabajo en ralentí, igual al 5 % del tiempo de duración del ciclo.

Las condiciones ambientales para las que se define el ciclo de viaje básico considera los valores típicos de la provincia de Cienfuegos.

- Temperatura promedio del aire; $24,6^{\circ}C$
- Humedad relativa; 70 %.
- Presión atmosférica; 101,2 kPa.
- Velocidad del aire; 2,4 m/s.
- Altura sobre el nivel del mar; 20 m.

Además se define como condiciones viales:

- Camino asfaltado en buen estado, llano, sin curvas, seco.
- Coeficiente de resistencia a la rodadura.
 $f_r = 0,01$
- Coeficiente de adherencia. $\varphi = 0,8$

A continuación se tiene la representación gráfica de este ciclo. Figuras 5 y 6.

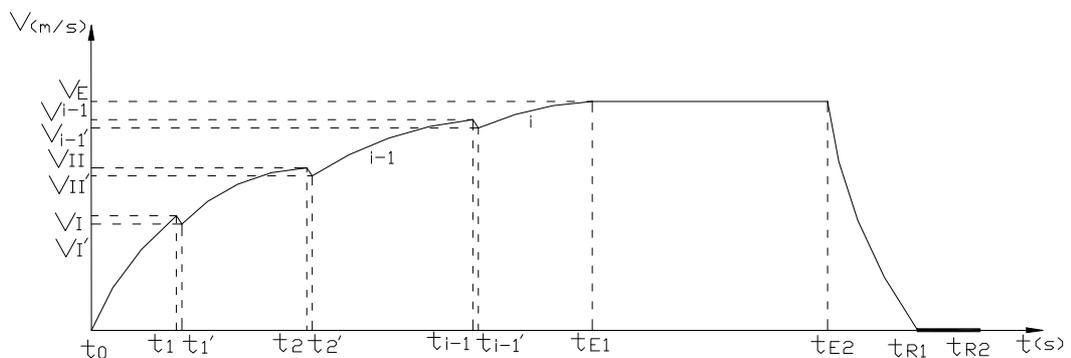


Figura 5. Perfil de velocidad del ciclo básico en función del tiempo.

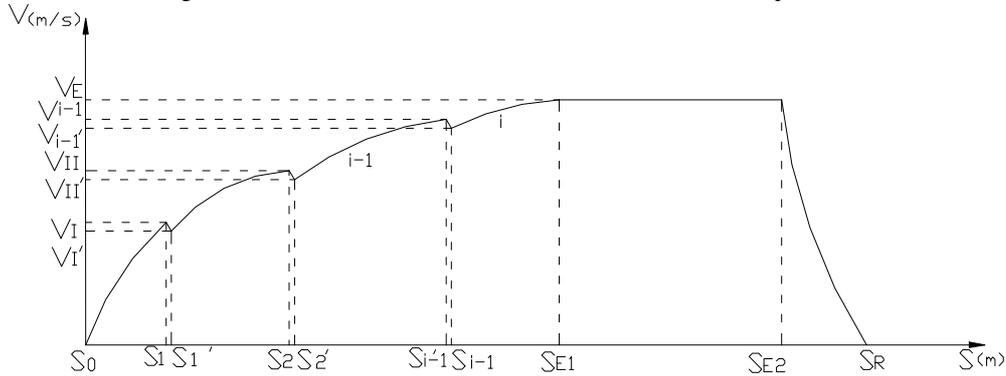


Figura 6. Perfil de velocidad del ciclo básico en función del espacio recorrido.

En ambas figuras se representa:

t_0 :Tiempo inicial; para:

$$t_0 = 0; \quad v = 0; \quad S_0 = 0$$

$(t_1 - t_0), (t_2 - t_1^1), \dots, (t_{i-1} - t_{i-2}^1)$: Tiempos en alcanzar la velocidad correspondiente a $0,85 \cdot n_N$ en cada marcha, durante los que se recorren los espacios $(S_1 - S_0), (S_2 - S_1^1), \dots, (S_{i-1} - S_{i-2}^1)$ respectivamente.

$(t_1^1 - t_1), (t_2^1 - t_2), \dots, (t_{i-1}^1 - t_{i-1})$:Tiempos de cambio de marchas (2 segundos), durante los cuales la velocidad disminuye y se recorren los espacios $(S_1^1 - S_2), (S_2^1 - S_2), \dots, (S_{i-1}^1 - S_{i-1})$ respectivamente.

$t_{E1} - t_{i-1}^1$:Tiempo en alcanzar la velocidad V_E , durante este tiempo se recorre el espacio $S_{E1} - S_{i-1}^1$.

$t_{E1} - t_0$:Tiempo de impulso con cambios de marcha desde $v = 0$ hasta V_E .

$t_{E2} - t_{E1}$:Tiempo durante el cual se mantiene la velocidad estable de movimiento V_E y se recorre el espacio $S_{E2} - S_{E1}$ de 1000 m.

$$t_{E2} - t_{E1} = \frac{1000}{V_E}; \quad s \tag{1}$$

$t_{R1} - t_{E2}$:Tiempo durante deceleración con la máxima intensidad de frenaje hasta detener el vehículo, recorriendo un espacio de frenado $S_R - S_{E2}$.

$t_{R2} - t_{R1}$:Tiempo de trabajo en ralentí con el vehículo detenido.

2.1 Método gráfico analítico para el cálculo del consumo de combustible en el ciclo básico.

a) Construcción de la característica tractiva del vehículo por los métodos conocidos [40][8][10][16]; para ello se traza la fuerza tractiva en cada marcha, según:

$$F_x = \frac{M_{ex} \cdot \eta_t \cdot \eta_s}{rd \cdot it} \tag{2}$$

Si no se tiene la característica exterior del motor se pueden usar ecuaciones empíricas, de esta forma se tiene el primer cuadrante de la figura 8.

b) Construcción del comportamiento de las resistencias al movimiento a vencer por el motor en función del espacio recorrido. II cuadrante de figura 8.

En los regímenes de cambio de marcha y de frenaje las resistencias al movimiento existentes son vencidas por la energía cinética del vehículo, por lo tanto, se considera el motor desconectado y consumiendo solo el combustible necesario para el trabajo en ralentí.

Para la construcción de la curva de resistencias al movimiento a vencer por el motor en función del espacio recorrido, se parte del ciclo básico ya definido(Fig. 7).

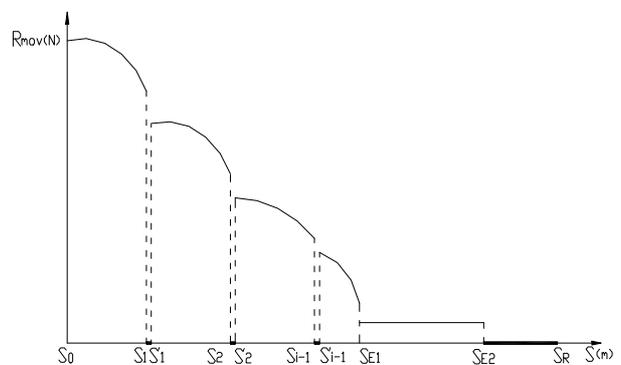


Figura 7. Comportamiento de las resistencias al movimiento a

vencer por el motor en el ciclo básico en función del espacio recorrido.

Según se ha definido, desde $v_o = 0$ hasta $v_f = V_E$ se asume característica exterior. Las resistencias al movimiento igualan en cada momento la fuerza tractiva máxima producida por el motor.

$$F_x = R_{mov} = R_R + R_A + R_i \quad (3)$$

Desde t_{E1} hasta t_{E2} (ver figura 5 y 6) se tiene:

$$R_{mov.} = R_R + R_A; \quad (4)$$

Desde t_{E2} hasta la parada no hay fuerza tractiva, sino frenaje, o sea el motor se considera que trabaja en ralentí y las resistencias al movimiento son vencidas por la energía cinética acumulada por el vehículo.

c) Elaboración de la característica de consumo. III y IV Cuadrante figura 8.

Esta se puede elaborar por varios métodos, en dependencia de la información que se disponga.

1. Si se posee la característica universal del motor. Se toman punto a punto las resistencias al movimiento con su respectiva velocidad, con las que se calcula la potencia necesaria en el motor para vencerlas. Con esta y la velocidad angular del motor correspondiente a dicha velocidad en la marcha correspondiente de movimiento se obtiene el consumo específico y el consumo recorrido:

$$Q = \frac{R_{mov.} \cdot g_e(n, N)}{36 \cdot \rho_c \cdot \eta_t \cdot \eta_s} \quad (5)$$

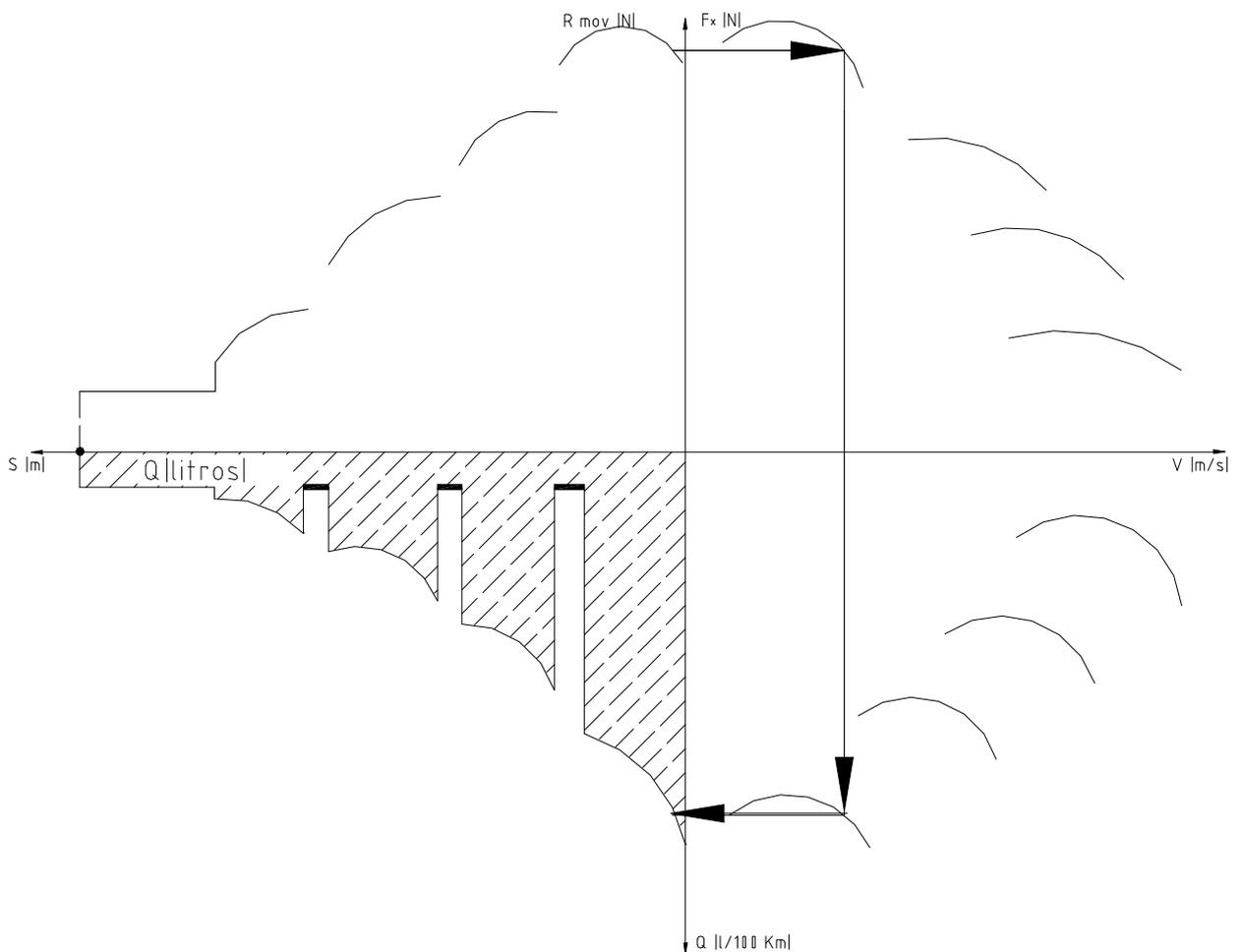


Figura 8. Característica de consumo y dinámica para el cálculo del consumo de combustible durante el ciclo de viaje básico.

De la característica universal se puede determinar el consumo en ralentí.

2. Si se posee la característica de carga.

En este caso se puede proceder de forma similar al caso anterior. Con la potencia necesaria y la velocidad angular del motor se determina el consumo específico y luego por igual expresión el consumo Q.

Se tiene solo la característica exterior o los datos necesarios que posibiliten calcularla teóricamente.

En este caso, con estos datos, solo se puede realizar el cálculo durante el período en que el motor está en su característica exterior, o sea hasta alcanzar la velocidad V_E . Para el cálculo del consumo a la velocidad V_E , se tiene que aplicar algún método empírico aproximado, por ejemplo.

$$Q = (g_{eN} \cdot K_n \cdot K_A) \cdot \frac{R_{mov.}}{36 \cdot \eta_t \cdot \eta_s \cdot \rho_c} \quad (6)$$

Como resumen se puede decir, que por uno u otro método, se arribará a una curva de Q vs. v, en dependencia de la información que se disponga. Note además que en todos los casos es necesario realizar el cálculo del consumo en ralentí.

Si se construye entonces la característica de consumo y dinámica se puede calcular el consumo de combustible en litros para el ciclo de viaje básico. IV cuadrante figura 8.

En este caso el área rayada es el consumo de combustible en litros para el ciclo básico, al cual se tendría que sumar el consumo en ralentí.

$$Q_{ciclo} = Q_{acel.} + Q_{vconst.} + Q_{ralenti} \quad (7)$$

$Q_{t1-t1'}$; $Q_{t2-t2'}$; $Q_{t1-t2'}$; Q_{tE2-m1} ; Q_{m1-m2} : En estos intervalos se considera el consumo en ralentí del motor.

$Q_{tE1-tE2}$: Consumo a velocidad constante V_E

$$Q = \frac{Q_{ciclo} \cdot 10^5}{S} ; \text{ l/100 Km.} \quad (8)$$

Q_{ciclo} : (l); S : (m)

2.2 Cálculo de la velocidad media del pistón para el ciclo básico.

Con el propósito de comparar dos vehículos con respecto a su durabilidad, en [14] se plantea un método mediante un criterio de durabilidad generalizada, basado en la velocidad media del pistón y en el número de vueltas del cigüeñal por km recorrido, existe un buen marco teórico para argumentar su propuesta, sin embargo, parece mas adecuado usar el valor medio de la velocidad media del pistón en un ciclo específico y no el valor de velocidad media del pistón correspondiente a la velocidad angular usada, que es n_N , así mismo sería mas adecuado usar el valor de número de vueltas reales en el ciclo analizado. La velocidad media del pistón puede calcularse como:

$$V_{mp} = \frac{S_p \cdot n}{30} \quad (9)$$

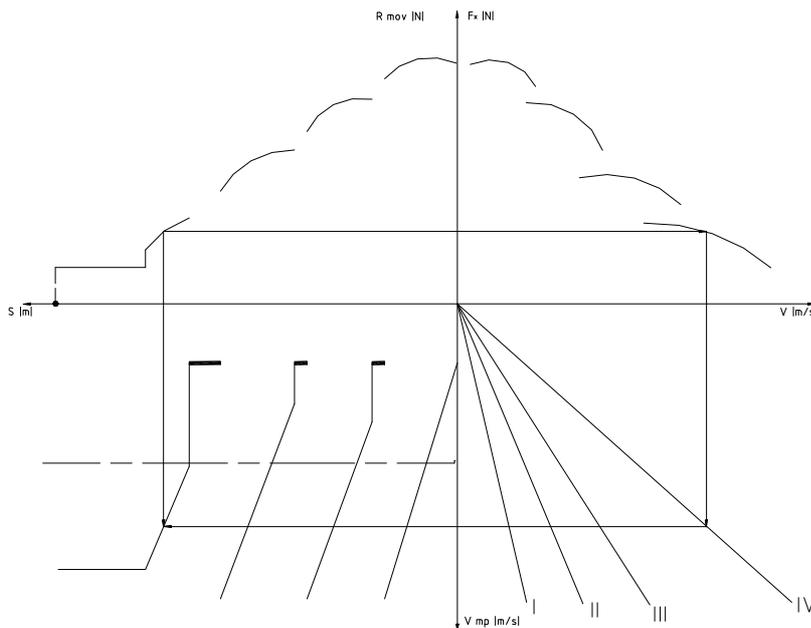


Figura 9. Característica de comportamiento de la velocidad media del pistón para el ciclo básico.

$$V_{mp} = S_p \cdot \frac{v \cdot 3,6}{0,377 \cdot rd \cdot i_t} \quad (10)$$

Si se parte del gráfico de resistencias al movimiento y de la característica dinámica que ya se ha explicado anteriormente, se puede entonces construir para cada marcha V_{mp} vs S y tener el valor medio de la V_{mp} para un ciclo de viaje dado. En la figura 9 se representa como ejemplo el comportamiento de la velocidad media del pistón para el ciclo básico, en línea discontinúa el valor medio de la velocidad media del pistón

Con el modelo teórico mecanicista confeccionado se procedió a simular el movimiento de dos camiones (Kamaz y Kraz) variando los parámetros fundamentales del ciclo básico, con el objetivo de encontrar la sensibilidad del consumo, tiempo y espacio del ciclo con estos parámetros fundamentales, y al mismo tiempo encontrar un modelo de regresión que se ajustara al ciclo definido anteriormente.

En el diagrama de la figura 10 se representa el algoritmo de cálculo empleado. Nótese que están representadas las influencias directas de los factores en cada una de las variables dependientes (espacio, tiempo, consumo). Se puede observar la incidencia directa en el ciclo básico de los elementos del motor, transmisión, vehículo y la vía.

Se seleccionó el diseño experimental factorial completo 3^k , donde se utilizan tres niveles para cada variable (superior, medio, inferior) y k representa el número de factores o variables independientes que se controlarán, que en este caso son seis ($k = 6$): peso (W), coeficiente de resistencia a la rodadura (f_r), velocidad estable (V_E), longitud del ciclo (L_{ciclo}), tiempo de cambio de marcha (T_{cm}) y tiempo en ralentí (T_{ral}). El modelo usado es del tipo.

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_3x_1^2 + b_4x_2^2 + \dots + b_5x_1 * x_2 + \dots + \sum \quad (11)$$

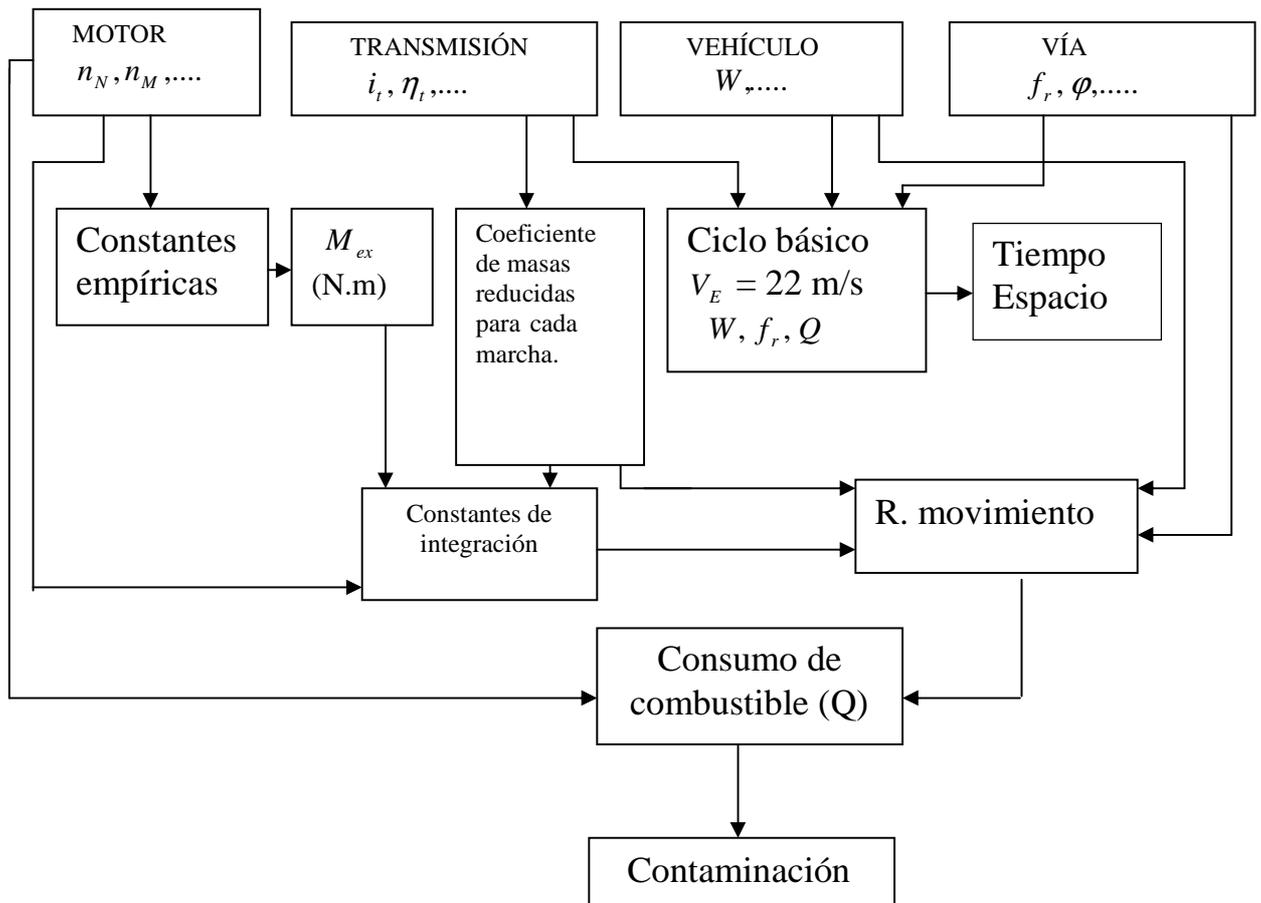


Figura 10. Algoritmo de cálculo empleado para la elaboración del programa para el ciclo básico.

2.3 .3 Dependencia del consumo de combustible.

La influencia que sobre el consumo de combustible (Q) tienen las variables independientes citadas anteriormente en el caso del Kamaz 5320 se observa en el siguiente modelo.

$$Q = -28.3 + 0.000217168*W + 1108.06*f_r + 4.06*V_E - 0.0132591*Lciclo - .35*Tcm + 0.86 *Tral - 2.20E-10*W^2 + 0.0066*W*f_r - 0.0000399*W*V_E - 1.81E-8*W*Lciclo - 71*f_r*V_E + 0.28*f_r*Lciclo - 0.068 * V_E ^2 - 0.0000958 * V_E * Lciclo + 0.0000372 * Lciclo^2 + 0.00072 * Lciclo*Tcm; l/100km. \quad (12)$$

De forma similar se llegó a la obtención del modelo para el Kraz, y los modelos correspondientes a la dependencia del Espacio y el Tiempo del ciclo, para ambos casos. Observándose que el comportamiento físico de los modelos fue similar.

A continuación se presenta a modo de resumen el comportamiento de los estadígrafos que se valoran en el análisis estadístico realizado.

Tabla 2. Análisis estadístico de los modelos.

	Modelo Kamaz 5320				
	R ²	R ² Co.	EEE	EMA	D.W
Consumo	99.8	99.7	0.3	0.18	2.2
Espacio	99.8	99.8	13.92	9.2	1.8
Tiempo	98.1	97.4	4.2	2.3	2.0
	Modelo Kraz				
	R ²	R ² Co.	EEE	EMA	D.W
Consumo	99.5	99.4	0.7	0.5	2.5
Espacio	99.9	99.9	9.7	7.1	1.8
Tiempo	99.7	99.6	1.6	1.1	1.8

R² : Valor de R² (%)

R² Co.: Valor de R² corregido (%)

EEE: Error estándar estimado

EMA: Error medio absoluto

D.W: Valor de Durbin-Watson.

Como puede observarse de los valores de R², los modelos se ajustan bien a los valores simulados. El valor absoluto medio para cada parámetro es bajo y el valor de Durbin- Watson igualmente indica un buen estimado en ambos casos.

3. Conclusiones.

-Se definió un ciclo básico de movimiento que puede ser usado con el propósito de comparar, evaluar o

seleccionar vehículos, lo cual permite pronosticar dos indicadores importantes de los vehículos, el consumo de combustible y la capacidad de aceleración.

-El método gráfico propuesto para el cálculo del consumo de combustible del ciclo básico, puede ser generalizado a un ciclo de viaje conocido (teórico o real), lo cual permitirá aplicar el modelo a condiciones concretas de explotación, conocidas las características de las vías por la que circula el vehículo.

-El ciclo básico puede ser usado para comparar vehículos con iguales fines con diferentes procedencias desde el punto de vista del consumo de combustible, el tiempo y el espacio recorrido hasta una determinada velocidad y según la media de la velocidad media del pistón.

4. Recomendaciones.

-Continuar el estudio relacionado con la temática, de manera que se pueda contar con un sistema de indicadores que posibilite mayor claridad desde el punto de vista de la evaluación, comparación o selección de vehículos.

-Aplicar la metodología propuesta para el caso de un ciclo de movimiento por una vía de perfil variable y ciclo de viaje conocido, realizando un estudio de las principales vías de la provincia de Cienfuegos con vistas a validar el modelo propuesto para el ciclo general.

-Debe desarrollarse un trabajo relacionado con la elaboración de un software que permita con mayor rapidez poder determinar el comportamiento de todo un sistema de indicadores enfocado a la selección vehicular.

Nomenclatura utilizada.

η_s : Eficiencia del patinaje.

η_t : Eficiencia del sistema de transmisión.

f_r : Coeficiente de resistencia a la rodadura.

F_x : Fuerza tractiva; [N]

ϕ : Coeficiente de adherencia.

g_{eN} : Consumo específico a pot. Máx. [kg / kW.h]

g_e Consumo específico; [kg / kW.h]

S_p : Carrera del pistón; [m]

i_t : Relación de transmisión total.

$K_A; K_n$: Coef. de variación de g_e vs grado de carga y freq. de rot.del cigüeñal del motor.

M_{ex} : Momento torsor del motor; [N-m]

n_N : Veloc. ang. del cigüeñal para pot. máx. [rpm]

Q : Consumo recorrido de combustible; l/100km
 R_{mov} : Resistencias al mov.a vencer por el motor; [N]
 $R_R ; R_A ; R_i$: Resist. a rodadura, aerod., y de iner. [N]
 ρ_c : Densidad del combustible; kg/l
 rd : Radio dinámico de la rueda; m
 S : Espacio recorrido; m
 t : Tiempo; s
 V_E ; Velocidad estable; m/s
 v : Velocidad de movimiento; m/s
 V_{mp} ; Velocidad media del pistón; m/s
 W : Peso del vehículo; N

5. Bibliografía.

1. Ahn, Kiounggho. Microscopic fuel consumption and emission./ Kiounggho Ahn.-- Tesis en opción al Grado de Master, Instituto Universitario Politécnico de Virginia (Virginia), 1998.-- 131p.
2. Akcelik, R. A hierarchy of vehicle fuel consumption model. Traffic Engineer and control. 24, (10): 491- 495, 1983.
3. Aragón Marrero, R. Metodología de evaluación técnica de oferta de automóviles de carga./ Rigoberto Aragón Marrero, Dr. Francisco Benítez Cárdenas (tutor). Tesis en opción al grado científico de Dr. En Ciencias Técnicas. 1988.
4. Barth, Matthew. Modelling Energy and Emissions from Heavy Duty Diesel Vehicles. University of California. October, 2001.
5. Bennet, C.R. Modelling Depreciation, Interest, Utilisation, Crew and Overhead Costs in HMD-4. Report to the International Study of Highway Development and Management Tools, University of Birmingham, 1995.
6. Bennet, C.R. Modelling Road User Effects in HMD-4. International Study of Highway Development and Management Tools, University of Birmingham, 1998.
7. Bosh. Manual de la técnica del automóvil / Bosh.--Barcelona :Editorial Reverté, S.A, 3ª Edición , 1996.--893p.
8. Fuentes, José Ramón. Selección, Evaluación y Renovación del Parque Vehicular / José Ramón Fuentes Vega...[et. al.]—Cienfuegos: Editorial Ucf, 2002. --190 p.
9. Gillespie, Thomas D. Fundamentals of Vehicle Dynamic / Thomas D. Gillespie.--EU : Published by Society of Automotive Engineers Inc, ISBN 1-56091-199-9, 1992, p.-- 495.
10. Litvinov, A. S. El automóvil: Teoría de cualidades de explotación / A. S. Litvinov, Ya. E. Farovin.--Moscú: Editorial Construcción de Maquinarias, 1989.-- 240p.
11. Luc Pelkmans, Dirk De Keukeleere. Influence of Vehicle Test Cycle Characteristics on Fuel Consumption and Emissions of City Buses. SAE 01FL-308, 2001.
12. Navarro, H.A. Desempenho na aceleração e consumo de combustible de veículos rodoviários comerciais./ H.A, Navarro. Tese Doutorado. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 1997.--186p.
13. Negrenti, Emanuele The Corrected Average Speed Approach in Enea's tee Model; An Innovative Solution for the Evaluation of the Energetic and Environmental Impacts of Urban Transport Polices. Highway and Urban Pollution Int. Symposium. Baveno. Mayo, 1998.
14. Pérez Alcové, Ignacio. Coeficientes de evaluación de automóviles. Transporte y vías de comunicación (La Habana) (3): 59, Julio, 1978.
15. Pérez Alcové, Ignacio. Metodología para la determinación del consumo de combustible en diferentes ciclos de movimiento. Informe final de investigación, ISPJAE, Facultad de transporte, 1984.
16. Wong, J Y. Theory of Ground Vehicles / J. Y. Wong. --Third Edition 2001 John Wiley & Sons. Inc. ISBN 0-471-35461-9.--528p.

Definition of a basic driving cycle for diesel trucks.

Abstract.

A basic driving cycle is defined, whose mathematical modeling enable the determination of basic dynamic indicators and fuel consumption in order to compare vehicles with the same purpose but with different origin, brands or constructive parameters, under similar operating conditions for the selection.

Key words: Vehicle dynamics, selection, driving cycle.