

Triciclo Ecológico Híbrido Argentino (TEA)

L. Plaun, R. Rivera, D. Salinas, L. Carnero Cistac, S. Obrutsky, J.L. Polti

Dpto. de Ingeniería Mecánica. Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional Buenos Aires
lplaun@frba.utn.edu.ar

Problemática a resolver: El tráfico de las grandes ciudades produce una alta contaminación [1] por el uso de combustibles fósiles por lo que el proyecto aspira a reducir la emisión de esos gases de efecto invernadero.

La solución a la misma se estructura sobre tres ejes:

- 1) El entorno industrial, económico y político,*
- 2) El impacto social y*
- 3) El impacto ambiental.*

Objetivo: Diseñar un transporte liviano, de tres ruedas de baja contaminación e híbrido. Descripción: La innovación del proyecto consiste en combinar elementos estándar que a la fecha, en virtud del estudio del estado del arte, no ha sido realizado. El vehículo a diseñar, será de tres ruedas, con un peso menor a 340 kg, una plataforma estándar portadora de todo el sistema moto propulsor, su controlador y ambas suspensiones completas, contenido en una distancia entre ejes de 1,84m y una trocha posterior de 1,17m. El sistema motriz dispondrá de: un motor de neodimio de 6kW nominal en el cubo de cada una de las rueda traseras, un paquete de baterías de litio-ión con una capacidad de 10kW/h y un moto generador de 10kW, impulsado por un motor de ciclo Otto de 250cc- El sistema moto propulsor y el periférico del vehículo será gestionado por el procesador electrónico central [2] que permitirá cumplir con la norma "Británica" de control de emisiones, y alcanzar una autonomía de hasta 200km. El TEA sedán tendrá tres asientos más un volumen de carga de 0,8m³ y la versión carga con caja playa, un asiento y una capacidad de carga de 400kg. En ambos casos su velocidad máxima será de 62km/h. Alcance: El Proyecto TEA busca optimizar los procesos de nuevos materiales resistentes, económicos y reutilizables, para ser adaptados a las tecnologías disponibles, implementar nuevas tecnologías y conocimientos para el desarrollo de un vehículo híbrido que sean transferibles a la comunidad universitaria y satisfacer la demanda del mercado regional. Nuestro vehículo TEA será homologado como Triciclo Urbano, categoría L5, según la Ley N° 24449 resolución 838/1999. [3].

1. INTRODUCCIÓN

A la fecha es tan indiscutible que el calentamiento global se debe en gran parte a:

- (a) el uso indiscriminado en los centros urbanos y suburbanos, tanto de vehículos particulares de mediano y gran porte con motores de gran cilindrada y baja eficiencia,
- (b) al muy ineficiente uso de los mismos dados por los propios conductores.

Con respecto al primer punto se observa, especialmente en Argentina y en la mayoría de los países en desarrollo, donde hay un alto porcentaje de unidades en circulación con más de ocho años de servicio que en su momento de fabricación solo cumplían con la Norma EURO I y no se les efectúan controles de emisiones de gases[1] y nivel sonoro[4].

Esto quiere decir que gran parte del parque automotor argentino solo irá reduciendo sus índices de contaminación cuando por inevitable obsolescencia sean reemplazadas por otras unidades usadas construidas bajo norma EURO II y por las nuevas unidades ingresadas al parque construidas bajo Norma EURO III. Esto implica que para llegar a tener un parque automotor medio que contamine mucho menos, bajo Norma EURO IV, pasarán varios años de altos aportes de gases de efecto invernadero, así como de los peligrosos Óxidos de Nitrógeno (NO_x) y material particulado MP10.

Con respecto al punto (b) se observa en los países desarrollados y en los en vías de desarrollo un perverso mecanismo de inconsciencia colectiva de los propietarios de los vehículos. Así se tiene relevado que de todos los vehículos particulares en desplazamiento en los países de referencia más del 60% de esas unidades lo hace transportando solo a su

conductor. Este mecanismo retroalimenta el siguiente cuadro de ineficiencias energéticas, ambientales y económicas.

1.1. Vehículo Particular

En promedio ocupan un área mínima de 7,5m² pero para desplazarse con cierta seguridad a mediana velocidad requiere disponer para sí de una superficie de más de 15m², implica que el traslado de una sola persona absorberá en cada instante de su desplazamiento vial, esa superficie.

Salta a la vista la primera ineficiencia del uso de un vehículo desproporcionado para transportar a una sola persona, absorbiendo más de 15m² de red vial.

1.2. Flujo Vehicular

Como el área mínima ocupada por un vehículo es constante al igual que la superficie de la red vial disponible, al tender al aumento la cantidad de vehículos a desplazarse por la misma vía, genera automáticamente un descenso de velocidad del conjunto de móviles, para poder mantener el índice de seguridad entre ellos hasta un límite promedio superior a 11m², a partir del cual el flujo de móviles tenderá a detenerse conformando el clásico “embotellamiento”. En este punto extremo se presenta la máxima sumatoria de ineficiencias tales como:

1.2.1. Productividad y Descanso

Se interrumpe (o casi) el flujo de móviles y por ende el de personas, lo que implica la pérdida de miles de horas/hombre útiles anualmente, reduciendo así la productividad promedio y el descanso de los individuos de la sociedad.

1.2.2. Consumo y Contaminación

La interrupción del flujo de móviles, no implica la detención de sus motores, muy por el contrario los motores siguen funcionando en su punto de ralenti (punto en el cual la eficiencia, precisamente, no es la más adecuada del motor), por lo que continúa innecesariamente el consumo de combustible y su emisión de contaminantes en todos los móviles en cuestión.

1.2.3. Calidad de Vida

En forma paralela a lo ya indicado, como el tiempo de marcha se prolonga, también lo hace la exposición a una mayor contaminación sonora [4], lo que genera inútilmente en los conductores y en los peatones circundantes, un mayor stress que reduce el grado de confort y la calidad de vida ciudadana.

De lo antedicho se desprende que el proyecto TEA híbrido podrá muy bien aportar una parte de la solución de los problemas expuestos pues con sus 2,65m de largo en la versión sedán y 2,85m en la versión carga, con tren triciclo ocupa aproximadamente 3,5 y 4,0 m² en planta respectivamente y con su sistema de propulsión híbrido, permite reducir el consumo energético con una emisión total “Británica” en el nivel de EURO V.

Paralelamente cuando el TEA se propulse solo por la aplicación de sus baterías no emitirá sonido perceptible, por lo cual conforme a que aumente el uso de vehículos TEA en reemplazo de los vehículos inadecuados, se reducirá el nivel sonoro de la ciudad.

Otras dos cualidades muy importantes del TEA a tener en cuenta es: su gran agilidad en el tránsito denso ya que puede girar en un radio de 2,85m y que debido a la forma cuneiforme curva del frente de su carrocería puede estacionarse cómodamente (la versión sedán) en una distancia libre total de tan solo 3,1m.

Al comienzo del Proyecto se analizó sus condiciones de entorno: industrial, económico y político, como su impacto social y su colaboración al medio ambiente local y general. La respuesta en todos estos ítems fue altamente satisfactoria, generando sobre el proyecto básico todavía un impulso mayor al inicial.

2. DESCRPCION DEL PROYECTO

El Proyecto TEA busca, en forma paralela, optimizar los procesos de nuevos materiales compuestos resistentes, económicos y reutilizables, para ser adaptados a las tecnologías disponibles con mayor cuidado del medio ambiente, implementar nuevas tecnologías y conocimientos para el desarrollo de un vehículo híbrido que sean transferibles a la comunidad universitaria y satisfacer la demanda insatisfecha del mercado ecológico, inicialmente del MERCOSUR y en una segunda etapa a corto plazo, de América latina. El Proyecto TEA implica el diseño de un transporte liviano triciclo híbrido, con un peso total menor a 340 Kg, con una estructura metálica de caños reticulados estándar portador de todo el sistema moto propulsor, su controlador y ambas suspensiones completas, contenido en una distancia entre ejes de 1,84m y una trocha posterior de 1,15m.

2.1. El Chasis

El chasis será tubular autoportante y tiene previsto un alojamiento adecuado para contener un cilindro de GNC de 7,5m³.

2.2. El motor

Se empleará un motor del tipo en el cubo de rueda, figura 1, con imanes permanentes de neodimio de 6kW nominal a 72 V en ambas ruedas traseras.

El denominado motor en el cubo de rueda, representa un gran ahorro de piezas intermediarias, con su paralelo peso, costo y volumen ocupado, ya que el motor en cuestión se aloja directamente en el interior de la misma llanta de la rueda.



Figura 1-Motor en el cubo de la rueda

2.3. El motogenerador

El motogenerador estará compuesto por un motor de ciclo Otto, especialmente diseñado para la función, mono cilindro con refrigeración por agua de 250cc y doble encendido con sistema de alimentación por inyección electrónica indirecta multiflex (Alconafita, BioAlcohol, GNC) con nivel de contaminación EURO 4. [5][6].

El generador acoplado directamente al volante del motor está provisto con imanes permanentes de neodimio, con una potencia máxima de generación de 9 kW/h.

2.4. La batería

Es un paquete de baterías de litio-ión con una capacidad de 10kW/h que podría reducirse a 7kW/h si prospera, en el corto plazo, un estudio paralelo que se está previendo realizar sobre un ultra condensador compacto de costo reducido.

2.5. La gestión operativa

El sistema moto propulsor y el periférico del vehículo será gestionado integralmente por el procesador electrónico central.

El procesador censará continuamente el estado en que se encuentra la carga de la batería e informará en un tablero digital instantáneamente las condiciones operativas del sistema y en forma opcional dispondrá de un sistema iPhone para conocer el nivel de carga eléctrica disponible, a distancia.

2.6. El ciclo funcional

El ciclo funcional se puede describir de la siguiente forma:

2.6.1. Carga de la Batería

Cuando el TEA está estacionado en el garaje por la noche, se puede enchufar al toma de corriente domiciliaria de 220VCA, y en aproximadamente 6 horas se cargará totalmente la batería, quedando listo para su uso cotidiano por la mañana siguiente.

2.6.2. Arranque

Para arrancar por la mañana, solo bastará girar la llave de contacto y mediante una tecla en el tablero seleccionar “Marcha Normal” o Marcha Rápida”.

2.6.3. Marcha Normal

En posición de “Marcha Normal” el Procesador electrónico solo permitirá un régimen de consumo moderado de energía de las baterías para lograr una autonomía máxima con ellas y solo cuando el estado de carga se reduzca tal como para afectar perceptiblemente la marcha normal del vehículo, el procesador dispondrá automáticamente, el arranque del moto generador que se estabilizará en el punto de recarga en la marcha elegida inicialmente, hasta recuperar la carga y luego se detendrá también automáticamente.

La selección de “Marcha Normal” permitirá la máxima autonomía con el mínimo consumo energético.

2.6.4. Marcha Rápida

En el caso de seleccionar inicialmente “Marcha Rápida”, el procesador permitirá el libre uso de la energía de la batería y también el arranque automático del moto generador apenas detecte un cierto nivel de reducción de energía en las baterías. Queda claro que ésta será la posición de máximo consumo de energía y mínima autonomía [2].

2.7. Procesador Electrónico

El procesador electrónico tiene otra función automática que es la recuperación parcial de la energía cinética al momento del frenado [2], transformándola en recarga eléctrica de las baterías.

El proceso de recarga eléctrica se inicia al momento de aplicar los frenos, pues el procesador electrónico invierte la acción de los motores eléctricos propulsivos convirtiéndolos a generadores eléctricos y por su intermedio deriva la tensión generada a las baterías, logrando el efecto de recarga. Éste es el primer paso de la operación de frenado (solo eléctrica) ya que si es necesario una frenada más intensa a continuación actúa la parte hidráulica del sistema de frenos de disco, asegurando la detención efectiva del vehículo.

2.8. La Carrocería

El TEA tipo sedán tendrá dos puertas laterales y un portón posterior. La posición del conductor es de asiento centrado, atrás tendrá un asiento rebatible para dos personas que de ser necesario al ser accionado permite lograr un piso plano para cargas algo más

voluminosas, que se comunica más atrás con un volumen libre para carga de $0,8\text{m}^3$ accesible mediante el cómodo portón posterior.

Como la carrocería presenta en su parte frontal un perfil ausado curvo, logra las tres características destacables siguientes:

2.8.1. Aerodinamia

Se buscará que posea una figura aerodinámica armoniosa y atractiva al gran público.

En la figura 2 puede apreciarse un prediseño de la versión sedán y en la figura 3, un prediseño de la versión furgón para cargas.

2.8.2. Coeficiente Cx

Una tendencia a un coeficiente de forma Cx reducido, que a su máxima velocidad y especialmente con viento frontal, permitirá una menor demanda de energía para su desplazamiento.

2.8.3. Colisión

Para la situación de una colisión con un peatón (excepto una colisión absolutamente frontal a la línea de eje longitudinal del vehículo) la forma de la carrocería siempre generará un desplazamiento lateral del cuerpo, sobre ella, que morigerará parcialmente las consecuencias físicas directas del accidentado.



Figura 2. Prediseño del Prototipo versión sedán

El TEA versión tipo Furgón tendrá dos puertas laterales y la posición del conductor de asiento centrado. La caja de carga con laterales bajos tiene un portón posterior para facilitar su acceso, y una capacidad de carga máxima de 400kg.

En ambas versiones su velocidad máxima será de 62 km/h, controlada electrónicamente.



Figura 3. Prediseño del Prototipo versión furgón

2.9. La suspensión

La suspensión delantera estará constituida por una horquilla telescópica con amortiguación hidráulica y la trasera por un sistema independiente de brazos arrastrados con barras de torsión, amortiguadores hidráulicos y barra antirrolido.

2.10. La dirección

El comando de la dirección, se efecturá a travez de un elegante y cómodo volante ergonómicamente posicionado.

2.11. Los Frenos

Será equipado con frenos delantero y traseros de disco con accionado hidráulico. El freno de estacionamiento será de accionamiento mecánico a través de cables de acero.

2.12. El Rodado

Se estima que para este tipo de vehículos será apropiado utilizar un rodado con llantas de 12" de diámetro con lo cual será factible emplear cubiertas estándar de fabricación nacional del tipo 135/75/12" R.

2.13. Tanque Principal

El tanque principal de combustible será para disponer el combustible líquido (Alconafta o Bioalcohol) y su capacidad de 5 litros está pensada para obtener una autonomía teórica estimada de aproximadamente 95 a 105 km.

2.14. Tanque Opcional

Como tanque opcional se preveé la instalación de un tubo para combustible gaseoso: cilindro contenedor de GNC, con capacidad de 7,5m³.

En este caso la autonomía total estimamos que se extendería por unos 95 km más, trabajando el motor bajo mejores condiciones ambientales de uso, dado que la combustión del gas natural emite menores contaminantes de efecto invernadero respecto de los combustibles líquidos, llegando a casi 200 km de autonomía.

3. CONCLUSIONES

De lo expresado del Proyecto TEA se desprende que el diseño de un vehículo de tres ruedas, híbrido, cubrirá un amplio abanico tanto de necesidades medio ambientales, de bien estar social, de desarrollo nacional innovativo industrial, de generación de nuevas fuentes de trabajo con incorporación de mano de obra calificada y de la apertura a la exportación de un nuevo producto tecnológico de registración y manufactura Argentina.

De análisis previos del mercado latinoamericano, se prevé un volumen mínimo de ventas mensual del TEA superior a 1.500 unidades.

Sin duda que incide favorablemente el hecho de que el TEA legalmente se registra como una moto, por lo que paga similar valor de patente y seguro, representando junto a la reducción del consumo de aceite y combustible, una atractiva diferencia comparándola con el costo operativo del más pequeño automotor del mercado.

4. REFERENCIAS

[1] Universidad de Buenos Aires, Instituto de Ingeniería Sanitaria, Facultad de Ingeniería (año 1972) "LOS AUTOMOTORES COMO FUENTES CONTAMINANTES", Buenos Aires, Argentina.

[2] Jorge Moreno de la Carrera (año 2004) "CONTROL OPTIMO DE LA ENERGÍA EN UN VEHÍCULO HÍBRIDO ELÉCTRICO EMPLEANDO REDES NEURONALES", Prof. Juan Dixon Rojas, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago de Chile.

[3] EUROPEAN COMMISSION, (año 2011) "WHITE PAPER", Bruselas, Bélgica.

[4] Ing. Alberto Behar, Bouwcentrum Argentina, (Año 1973) "EL RUIDO Y SU CONTROL", Buenos Aires, Argentina.

[5] Robert Bosch GmbH, (año 1999) "MANUAL DE LA TÉCNICA DEL AUTOMÓVIL", Barcelona, España.

[6] Dr. Ing. L. Zolotarevsky, Y. Vasiliev, Y. Bokserman, A. Gritsenko (año 1994) "GAS MOTOR FUEL", Moscú, Rusia.