

ENERGÉTICA DE LAS MÁQUINAS HOMOPOLARES

Jorge Guala-Valverde^{1,2} & M.F. Najar^{2,3}

¹Subsecretaría de Energía del Neuquén

²Fundación Julio Palacios

³Ejército Argentino

ARGENTINA

Versión española de “*Braking Force and Energetics in Homopolar Generators*”. En prensa en *Spacetime & Substance Journal* (www.spacetime.narod.ru).

Sumario

Analizamos las máquinas homopolares considerando el principio de conservación de la energía. Nuestro tratamiento corrige errores habituales sobre la materia. Las máquinas con rendimientos superiores a la unidad, que hipotéticamente extraen “energía libre” del espacio, no tienen asidero físico. Los frecuentes errores conceptuales en este delicado tema están fuertemente arraigados en vastos sectores de la comunidad científica internacional [1,2,3,4,5]

1 INTRODUCCIÓN

A nadie escapa que la energética es una de las disciplinas que tiene verdadero contenido estratégico. Tanto es así que las naciones desarrolladas no cesan de investigar sobre nuevas y más eficientes tecnologías de extracción y transformación de la energía, con vistas a morigerar imaginables crisis futuras. Es así que los humanos, además de liberar la energía acumulada en combustibles fósiles (carbón, petróleo, gas), emplean hoy la energía nuclear de fisión (centrales nucleoelectricas), la energía eólica, la solar, la mareomotriz, la de biomasa, la de combustión de hidrógeno. Tecnología promisorio, aún no dominada en forma comercial, es la que tiene por base la energía nuclear de fusión (fusión termonuclear).

La energía proveniente de combustibles fósiles satisface dos mercados netamente definidos:

- a) El doméstico (automotores, hogares), simbolizado por una enorme cantidad de pequeños quemadores.
- b) El industrial (centrales termoelectricas y transporte a gran escala), simbolizado por pocos quemadores, con relación a a), de gran porte.

Es bien sabido que la energía encuentra en la electricidad una de sus más eficientes y versátiles formas de expresión, y es por ello que las grandes instalaciones térmicas, hidráulicas, nucleares y eólicas tienen por misión, en su segmento final, transformar **energía cinética** (de movimiento) en **energía eléctrica**.

La totalidad de la energía eléctrica que se consume en el planeta se genera comercialmente en la forma de corriente alternada (CA), por sus ostensibles beneficios a la hora de transportar (minimizando pérdidas por efecto Joule) y de transformar (esto es, reducir tensión en áreas de consumo).

Las máquinas de corriente continua (CC), por el contrario, sólo encuentran aplicación en un reducido número de demandas muy específicas. La inmensa mayoría de los motores accionados por CC se alimentan de fuentes primarias de CA rectificada.

Existe una categoría de generadores electro-mecánicos que entregan CC genuina, al igual que lo hace una celda galvánica: se trata de los generadores **homopolares** (también denominados unipolares), descubiertos por M. Faraday en 1832 y que describiremos a continuación

2 GENERADOR HOMOPOLAR DE FARADAY

La Figura 1 ilustra los componentes básicos de una máquina homopolar.

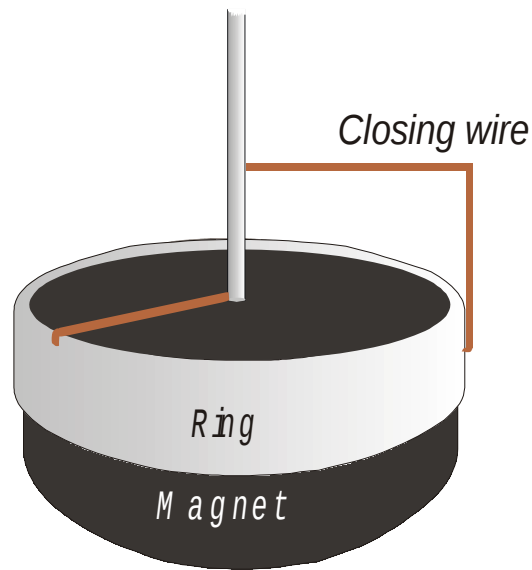


Fig. 1

Faraday-Maxwell's Setup Magnet ,
Bar and Closing Wire

- 1) Un magneto(*Magnet*) permanente que genera un campo magnético uniforme $\mathbf{B}$.
- 2) Una barra conductora radial (*Bar*), capaz de rotar entorno del eje de simetría del magneto. Los extremos de la barra terminan en la forma de contactores eléctricos capaces de deslizarse, respectivamente, sobre un colector metálico (*Ring*) y sobre el eje.
- 3) Un conductor de cierre de circuito (*closing-circuit*), también rematado en sus extremos como contactores capaces de deslizarse sobre el colector y sobre el eje, respectivamente..

Cuando la barra se pone en rotación, ésta se convierte en un **generador de fuerza electromotriz** (fem), capaz de generar una CC de intensidad I a través del circuito completo (barra + conductor de cierre). Sobre el segmento de longitud dr , localizado sobre la barra, a una distancia r medida desde el eje, el magneto ejerce una cupla (torque) $d\tau = (IB*dr)r$. Al integrar sobre toda la barra resulta $\tau_{M,B} = I\langle B^* \rangle R^2/2$. Aquí B^* simboliza la componente de $\mathbf{B}$ que es normal a la barra y $\langle \rangle$ significa el valor medio de B sobre la barra. Por otra parte, el magneto ejerce sobre el conductor de cierre una cupla **igual y opuesta**, $\tau_{M,CW} = -\tau_{M,B}$. Las dos **cuplas de reacción** $\tau_{B,M}$ y $\tau_{CW,M}$ (iguales y opuestas) que actúan sobre el magneto mismo **impiden** su

rotación. De las anteriores relaciones, que vinculan entre sí las cuplas involucradas, elegimos ahora la siguiente,

$$\tau_{M,B} = \tau_{CW,M} \quad (1)$$

para clarificar posteriores análisis energéticos.

3 ENERGÉTICA

Un hecho experimental curioso resulta cuando la barra se suelda al magneto: ambos rotan solidariamente. En virtud del principio de **acción y reacción**, y debido a la imposibilidad de movimiento relativo entre las partes, las cuplas actuantes sobre el magneto y la barra cancelan sus efectos rotacionales. Es ahora el **conductor de cierre** (en movimiento relativo con el magneto) la fuente de fem. La barra ahora se comporta como un **elemento** pasivo, cuya misión es la proveer de un camino para la corriente eléctrica. En síntesis, las cuplas $\tau_{M,B}$ and $\tau_{B,M}$, que por supuesto siguen actuando sobre las partes, resultan ineficaces a la hora de producir rotaciones.

La cupla $\tau_{CW,M}$, debida al **conductor de cierre** y aplicada al magneto, es la responsable de la rotación de éste. Es el magneto el que arrastra a la barra, contrariamente a lo que se dió por cierto durante 170 años [6,7,8,9]. Detallamos ahora estas consideraciones generales

- 1) Barra rotando sobre el polo norte del magneto, en el sentido contrario al de las agujas del reloj (Figura 2). Una corriente centrífuga recorre la barra y el conductor de cierre que se mantiene fijo en el banco de trabajo. Sobre la barra actúa ahora la **fuerza de frenado** $F = \int_0^R IB*dr$, de sentido horario, que disminuye la energía cinética de aquella.

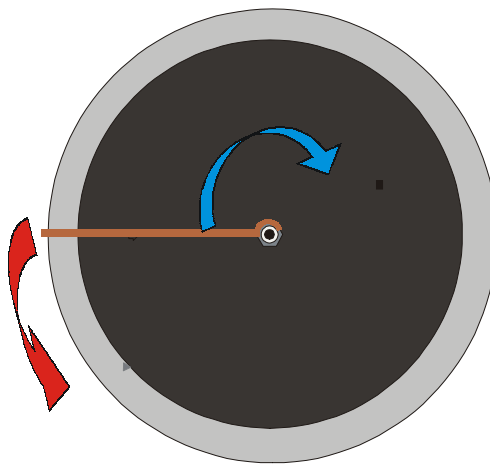


Fig. 2

The bar rotates in the CCW sense (red arrow).
Braking force on the bar (blue arrow)
diminishes its kinetic energy

Esta fuerza genera la cupla $\tau_{M,B}$ descrita en 2. Si se pretende mantener constante la velocidad angular de rotación ω (radianes por segundo), la fuente externa de energía mecánica debe entregar potencia (vatios) a una tasa dada por

$$P = \tau_{MB} \omega \quad (2)$$

De no entregarse esta potencia mecánica a la barra, esta terminará por detenerse y, en el entretiempo, disminuirá gradualmente su fem = $B\omega R^2/2$ y con ella la intensidad de la corriente que recorre el circuito. Aquí τ está medido en newtons por metro. La **transferencia de energía** tiene lugar, claramente, entre la **barra en rotación** y el **magneto**, ambos en movimiento relativo.

- 2 Barra soldada al magneto, ambos rotando en el sentido contrario al de las agujas del reloj. El conductor de cierre se mantiene, como antes, fijo al banco de trabajo. Ahora, la **transferencia de energía** tiene lugar entre el **magneto en rotación** y el **conductor de cierre**. Por mantenerse la barra en reposo con relación al magneto, ésta sólo juega el rol pasivo de conductor de carga eléctrica.

Se trata de calcular la potencia mecánica que es necesario entregar al magneto para que, al circular CC por el circuito, se mantenga constante la energía cinética de aquél:

$$P = \tau_{CW,M} \omega \quad (3)$$

El cálculo directo de esta expresión es imposible dado que implica conocer la fuerza que el conductor de cierre ejerce sobre cada punto del magneto. Sin embargo, resulta trivial teniendo presente la ecuación (1). Al sustituir esta última en (3) resulta (2), situación que espresada en palabras muestra que el consumo de potencia es idéntico en ambos casos.

3 CONCLUSIONES

La energética de los generadores homopolares no fue bien comprendida durante casi dos siglos [10]. El origen de tal situación debe buscarse en el desconocimiento que se tuvo sobre la física básica de tales dispositivos hasta el año 2001, en que se reportaron experimentos definitivos sobre el particular llevados a cabo en Argentina [6]. Dichos experimentos refutaron creencias erróneas sostenidas y propaladas por eminentes físicos [11,12]. En esencia, lo que tales experimentos mostraron es la completa simetría del fenómeno en cuestión: para los efectos de generación de fem, una rotación antihoraria del magneto es equivalente a una rotación horaria de la barra conductora. Es esta simetría la que asegura la validez de la III Ley de Newton, que excluye toda posibilidad de ausencia de fuerzas de frenado en los dispositivos rotantes. Es de desear que tal estado de confusión llegue prontamente a su fin, con lo que se evitará gasto de tiempo y recursos en diseño de máquinas cuyo rendimiento jamás podrá superar la unidad. Resulta curioso advertir que hasta en revistas científicas de gran prestigio y enorme difusión, como lo es la *American Journal of Physics*, se sigan publicando reportes en los que se niega la evidencia experimental acumulada hasta la fecha [13], lo que da lugar a mantener las fantasías asociadas con la extracción de “energía libre” del espacio.

*: fundacionjuliopalacios@usa.net

***: mfajar@infovia.com.ar

REFERENCIAS

- 1) P. Tewari, New Energy Technologies Journal, **9**, nov.-dec. 2002
- 2) www.depalma.pair.com
- 3) www.earthlink.net
- 4) T. Valone, www.integrity-research.org
- 5) www.distinti.com
- 6) J. Guala-Valverde & P. Mazzoni, *Apeiron*, **8** (2001)
- 7) J. Guala-Valverde, *Physica Scripta* (The Royal Swedish Academy of Sciences), **66** (2002)
- 8) J. Guala-Valverde, P. Mazzoni & R. Achilles, *American Journal of Physics*, **70** (2002)
- 9) J. Guala-Valverde, *Spacetime & Substance Journal*, **4** (2002)
- 10) www.maxwellsociety.net
- 11) W.K.H. Panofsky & M. Phillips, “*Classical Electricity and Magnetism*”. Add. Wesley, MA (1955)
- 12) R. Feynman, “*The Feynman Lectures on Physics, II*”. Add. Wesley, NY (1964)
- 13) A.J. Kholmetskii, *Am. J. Phys.*, **71** (2003)