

ENSAYOS DE "MUY ALTA VELOCIDAD"

EL ELECTRODESILIZADOR: ¿VEHICULO DEL FUTURO?

Con el título: "¿En qué punto se encuentran los electrodeslizadores?", nuestro colega "La Vie du Rail" acaba de publicar un interesante artículo técnico sobre los ensayos y proyectos de los distintos vehículos electromagnéticos de alta velocidad que pueden llegar a ser los elementos del transporte del futuro. Las dificultades técnicas, las grandes inversiones, el dilema que plantea la existencia de las redes ferroviarias convencionales, capaces de alcanzar todavía un gran desarrollo en cuanto a velocidad y capacidad, parecen aplazar estos proyectos para el próximo siglo. No obstante, es preciso continuar las investigaciones y aunar esfuerzos a escala europea. Por considerar de interés ofrecer a nuestros lectores el estado actual de la técnica y desarrollo de estos sistemas, ofrecemos una amplia síntesis del citado artículo.



La pista circular de Erlangen vista desde el vehículo.
(Foto: G. B. I.)

SON varios los países de Europa que llevan a cabo una serie de investigaciones para estudiar los sistemas de transporte del futuro. Los distintos tipos de vehículos ensayados tienen curiosamente una serie de características comunes: todos los sistemas de la "muy alta velocidad" prescinden de las ruedas para establecer su relación con la vía.

Tal vez el país donde estas investigaciones están más adelantadas sea Alemania. Ya en 1971 se construyeron dos prototipos de ensayo por las casas Messerschmidt-Bolkow-Blohm, constructor aeronáutico y aeroespacial, conocido por las siglas MBB, y Krauss-Maffei, constructor de carros de combate y uno de los "clásicos" mundiales en construcción de locomotoras, también conocido por las siglas KM. Ambos sistemas utilizaban la sustentación y el guiado electromecánico por atracción.

Más tarde, un grupo formado por las tres grandes empresas eléctricas alemanas (AEG, BBC y Siemens) se lanzó al camino a "más largo plazo", de la sustentación y guiado electrodinámico por propulsión.

En la línea del electromagnetismo por atracción, los dos proyectos de un principio no se diferenciaban sino en detalles técni-

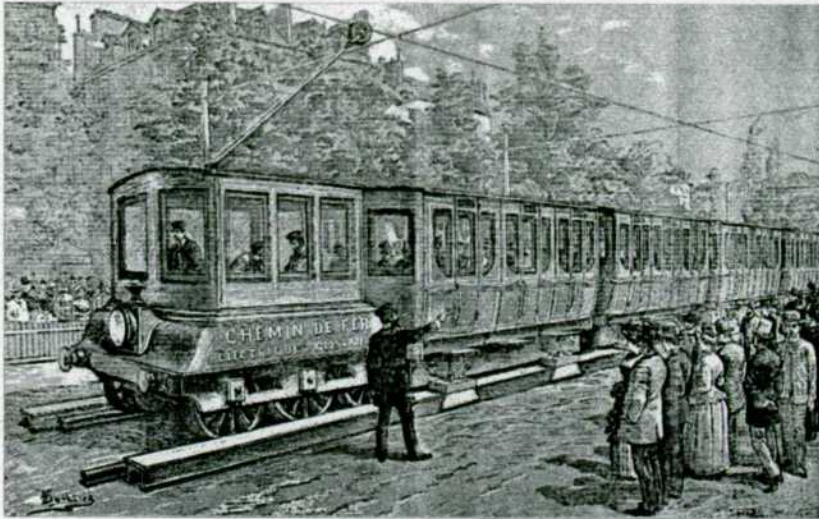
cos, es decir, combinación de la sustentación y guiado en los mismos electroimanes en el caso de Krauss-Maffei, y separación de dichas funciones en el caso de MBB, diferencias que pueden ser origen de controversias sin fin. Parecía poco satisfactorio ver los múltiples y costosos esfuerzos dedicados a un dominio terriblemente difícil: el del control ultrarrápido, sin retraso, de electroimanes que trabajan de manera inversa a su tendencia natural, a unos 10 ó 20 milímetros de su carril de apoyo o de guiado, lo que obliga a que los tiristores de alimentación, además de las características de rapidez, se calculen para una intensidad del orden de 6 a 8 veces la potencia de excitación continua de los imanes. Además, nadie parecía poder garantizar la similitud entre la escala reducida y la escala natural. Una vez vencida la principal dificultad, que sin duda era la aprobación del presupuesto a nivel gubernamental, era natural que MBB y Kraus-Maffei se asociaran. Esto es hoy día ya una realidad en el dominio del desarrollo de vehículos con electroimanes controlados por atracción. A ellas se unió la firma holandesa Daf, para formar otra sociedad llamada Transrapid-International, cuya sede es Bruselas y cuyo objetivo es promover a nivel internacional la técnica magnética de atracción.

- ★ Alemania, el país con investigación más avanzada en este campo.
- ★ Esta tecnología exige cuantiosas inversiones y ofrece distintas variantes.
- ★ Sin embargo, el ferrocarril convencional ofrece todavía grandes oportunidades en cuanto a velocidad y capacidad.

LA UNION KRAUSS-MAFFEI-MBB

Los primeros ensayos se realizaron en 1971 con dos pequeños vehículos: a escala reducida y con propulsión por motor lineal de frecuencia fija. El de 11 toneladas denominado Transrapid 02, de KM, alcanzó los 164 kilómetros por hora sobre la "viga" de un kilómetro situada en las cercanías de la fábrica de Munich-Allach.

Por su parte, MBB había construido, unos meses antes, un pequeño vehículo de cinco plazas y seis toneladas, que alcanzaba los 90 kilómetros por hora sobre una vía de 700 metros de longitud y cuya configuración se asemejaba mucho a la ferro-



Un pintoresco precedente de las investigaciones actuales: el Ferrocarril Eléctrico Deslizante de Berliet, en 1889.

viaria. Esta vía también se encuentra en los alrededores de Munich.

Después, MBB participó en el famoso estudio HSB, proyecto de arteria de gran gálibo Hamburgo-Munich para velocidades comprendidas entre 300 y 500 kilómetros por hora. Aun cuando los resultados fueron muy combatidos, dieron un innegable impulso a los diferentes medios competidores, comprendido el ferrocarril clásico, y dio origen a la concepción del "locódromo" de Donauried. En 1972, MBB lanzaba además, sobre su vía de pruebas, un vehículo en propulsión por cohete y combustible líquido para el ensayo de componentes, que desarrollaron hasta 200 kilómetros por hora con el fin de confirmar la validez del sistema por extrapolación a partir de este último límite de velocidad.

El mismo año, KM efectúa la comparación sobre su "viga de hormigón" elevada, entre su vehículo de sustentación electromagnética denominado Trasrapid 02, y un nuevo vehículo, simple plataforma de sustentación y guiado del tipo aerodeslizador eléctrico, llamado 03, para llegar a la conclusión de la superioridad evidente del primero. Por lo demás, no había documento oficial alguno que sancionase definitivamente tal elección política.

En el año 1973 surgen proyectos más ambiciosos y complementarios: MBB instala un banco rotativo de ensayo de electroimanes, disco giratorio que permite la simulación a escala reducida de velocidades teóricas de hasta 500 kilómetros por hora, lo que, a escala de los elementos ensayados, no corresponde sino a un tercio o a la mitad de la velocidad a escala natural. Parece que MBB inicia además la construcción de una nueva vía de mayor gálibo, y 1.300 metros de longitud, situada en Manching, cerca también de Munich, para un nuevo vehículo-cohete de ensayo capaz de una velocidad punta de 400 kilómetros por hora.

Por su parte, KM empieza en Munich-Allach las obras para nuevas pistas de ensayo, incluyendo una enorme superestructura en viaducto, de 240 metros de longitud, y a seis metros de altura, comprendiendo tres tipos diferentes de estructuras y dos curvas opuestas. Se inicia la construcción de un vehículo más importante que los anteriores, denominado Trasrapid 04, con el propósito ambicioso de alcanzar los 350 kilómetros por hora. Sus características

geométricas se acercan a su tamaño definitivo, al menos en cuanto a la sección.

LA UNION EN LA AVENTURA

En el año 1974, la historia del electromagnetismo alemán de atracción ha sido común para MBB y KM. La distribución de tareas y el calendario fijado son los siguientes:

1974: complementos del banco rotativo de ensayos de MBB con el fin de recibir componentes de cambios aptos para simular velocidades en vía desviada de 50 kilómetros. Comienzo de los ensayos a velocidades superiores a los 200 kilómetros por hora del banco lineal de componentes de Manching.

En Allach, comienzo de los ensayos del vehículo Trasrapid 04 a velocidades progresivamente crecientes. Han surgido dificultades técnicas, entre otras en cuanto a la propulsión, que retrasarán sin duda el objetivo de velocidad de 300 kilómetros por hora.

1975-1976: continuación de los trabajos de desarrollo sobre elementos a escala

natural con la ayuda de las plataformas y vehículos anteriormente citados.

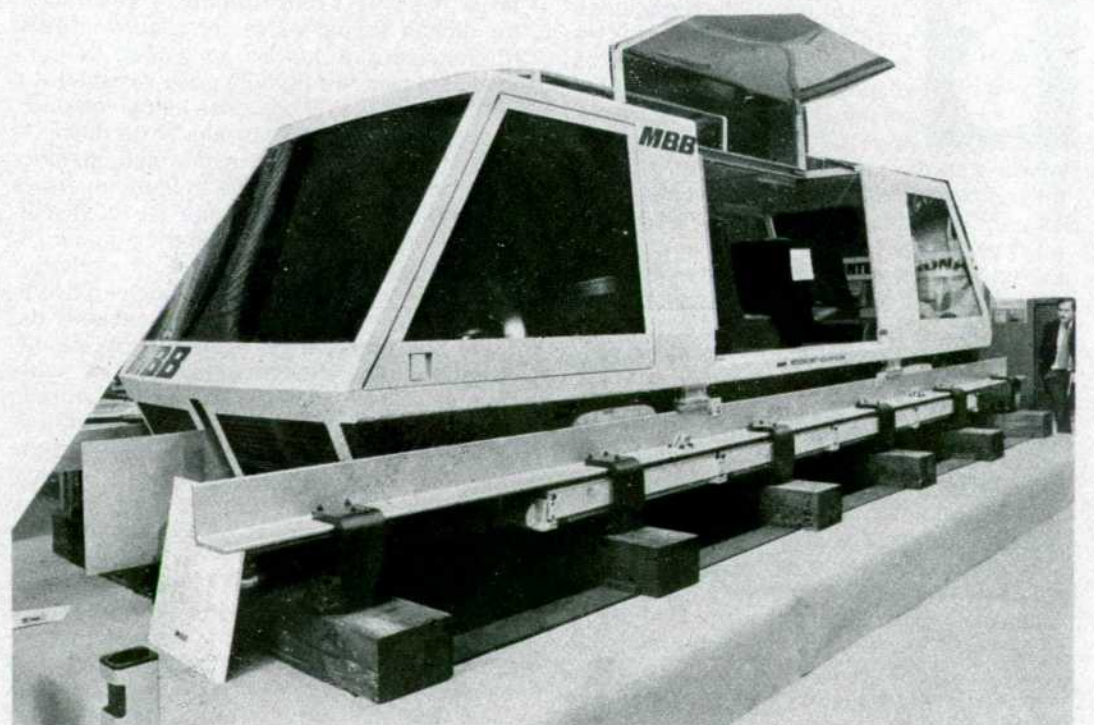
1977: ensayos con un nuevo vehículo de mayor longitud, el Trasrapid 05, sobre la primera sección de superestructura, que para entonces estaría preparada en Donauried.

1980: ésta es la fecha más próxima a partir de la cual se podrían estudiar aplicaciones de transportes terrestres rápidos derivados del prototipo 05. Digamos para terminar que la unión MBB-KM tiene como objetivo esencial desarrollar un sistema uniforme de alta velocidad para el transporte de viajeros y mercancías en Europa.

De esta manera, el proyecto HSB puede considerarse como un ensayo a escala europea, pero con reservas sobre lo que significa el término "altas velocidades". Observemos que tal objetivo es de hecho, el mismo que el del Plan Director Europeo de la UIC. Por ello se plantea un aparente dilema, a plazo medio, entre lo que tiene —o tendrá— el mérito de existir parcialmente y una nueva red separada, que hay que crear totalmente, a un cuando las velocidades previstas sean de 200-300 kilómetros de un lado, y del otro tal vez puedan pasar a ser de 300 a 500 kilómetros por hora. Este es, por lo demás, el punto de vista económico que sostienen los industriales eléctricos del GBI alemán (grupo para la innovación de los ferrocarriles): dicen que, hasta los 300 kilómetros por hora, no hay nada que impida utilizar las vías actuales —allí donde sea posible— o nuevas, cuya construcción ya ha sido decidida, limitando la utilización futura de los "sin ruedas" a algunos enlaces directos donde sea preciso alcanzar los 400 ó 500 kilómetros por hora, y empleando vehículos compatibles con los dos tipos de infraestructura.

ATRACCION O REPULSION; HE AHI EL PROBLEMA

Tampoco debe sacarse la conclusión de que también el sistema de atracción no

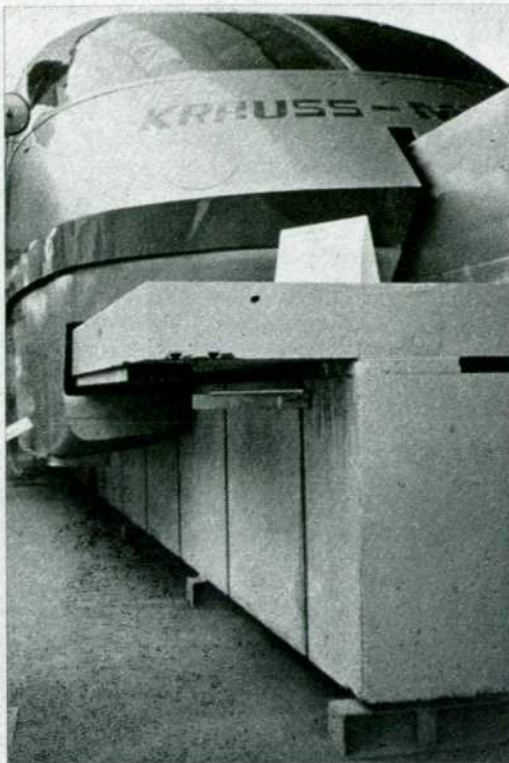


El primer vehículo electromagnético por atracción MBB. (Foto: J. C. ROCA.)

pueda mostrar antes de 1980 su compatibilidad con las vías de la DB..., cosa que, por lo demás, resolvería el problema de la seguridad en caso de pérdida de control del electromagnetismo, y esto es válido para los dos tipos de sustentación. En efecto, si pasamos del electromagnetismo, es decir, del sistema de atracción, a su competidor la electrodinámica de repulsión, hay que fijarse sobre todo en sus objetivos comunes: "un nuevo sistema de transporte para Europa...", "los vehículos de este sistema deben ser guiados mediante una vía"; "para distancias de hasta 1.000 kilómetros, el nuevo modo de transporte debe alcanzar una velocidad máxima de unos 500 kilómetros por hora. Únicamente la técnica de tracción sin contacto (sic) aplicada a tales vehículos permite satisfacer los imperativos del desgaste, de la seguridad y de la fiabilidad de funcionamiento..." (fin de la cita). Esta hábil mezcla del imperativo futuro y del presente, que por estar redactada en indicativo no deja de ser afirmativa, conduce naturalmente no al anillo de los Nibelungos, sino al de Erlangen, sede actual del grupo Siemens, socio de BBC y de AEG en esta aventura. Aun cuando en este caso la aventura sea mucho más pragmática y razonada en la escala de velocidades y gastos.

Veamos lo que dice la física. En este caso se trata también de electroimanes, pero en vez de trabajar como antes por control de la tracción en un medio ferromagnético (vía de acero laminado), se utiliza aquí la repulsión que engendran las corrientes de Foucault entre un inductor, aun cuando esté alimentado por corriente continua, y un inducido magnético (placa de aluminio, por ejemplo), con tal de que el desplazamiento sea suficientemente rápido. El control no es necesario, ya que el sistema es autoestable, al menos en cuanto a la sustentación.

Hay que hacer notar que en ambos casos —atracción o repulsión— existen corrientes de Foucault en la vía, pero también en los dos casos tienen sentidos opuestos al



El llamado Transrapid 02, de Krauss-Maffei. (Foto: Y. M. T.)

movimiento, es decir, producen un cierto frenado cuyo valor puede constituir una fracción nada despreciable de la resistencia al avance del móvil (ejemplo citado por Siemens: a 55 metros por segundo, para resistencia de 33kN, 20 son debidos a la corriente de Foucault).

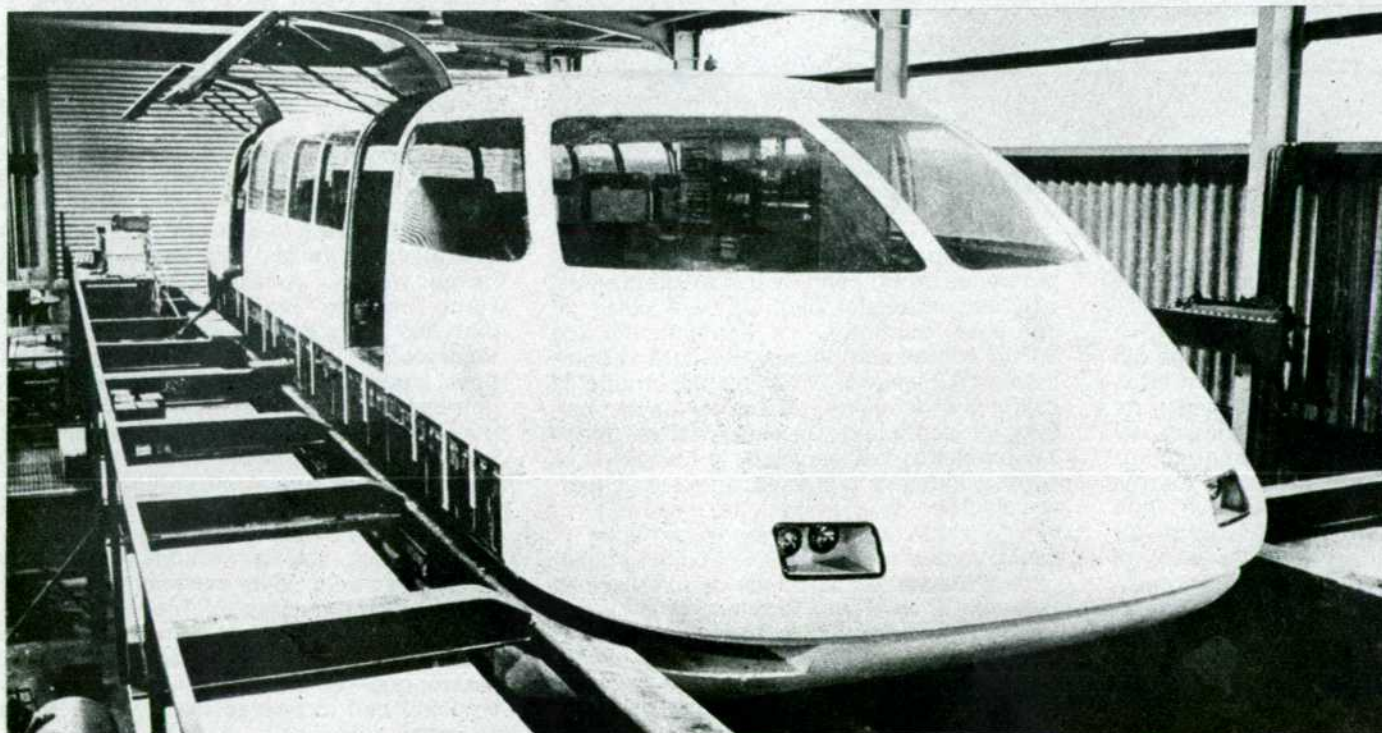
Sin embargo, lo que pretende el sistema de repulsión es utilizar una mayor "distancia de aire" entre vehículo y vía, con el fin de no tener que imponer a esta última una alineación demasiado precisa para una longitud inferior a la del vehículo. Esto quiere decir que se pasa de una altura de "vuelo" de 10-20 milímetros a 10 ó 20 centíme-

tros; se comprende fácilmente que harán falta campos magnéticos muy intensos para contrarrestar la gravedad, y de ahí la idea internacional de emplear imanes superconductores, de débil consumo de energía eléctrica, con la condición de mantenerse a temperaturas criogénicas, es decir, en atmósfera a frío casi absoluto. No se sabe todavía si se deben enfriar los imanes de sustentación y guiado de manera permanente mediante una máquina criogénica situada a bordo del vehículo o recargar periódicamente con frío "líquido" desde el suelo con la ayuda de un cambiador fijo de gas líquido. El helio líquido necesario para un recorrido determinado se embarcaría sobre el vehículo que al igual que ocurre con el carburante de un vehículo autónomo, la masa que se embarque será en detrimento de la propulsión y de la carga útil. Simple detalle de intendencia para poder entrever algunos problemas muy reales —aunque no sin solución— que plantean unos muy seductores principios, pero de difícil realización práctica.

Hay otro inconveniente que en seguida ha salido a relucir: puesto que el efecto Foucault de frenado es máximo a pequeña velocidad, hay que arrancar sobre ruedas antes de empezar a flotar. De ahí su analogía con un avión prisionero. Doblemente prisionero, ya que la propulsión sólo se podrá conseguir mediante un accionamiento lineal con gran entrehierro, de donde resulta obligada la elección de un motor síncrono, con la consiguiente complejidad del inducido, es decir, de la vía.

EL GRUPO DE ERLANGEN

Las empresas eléctricas alemanas decidieron, hace ya varios años, formar un grupo común de desarrollo, que se beneficiará también de la ayuda federal y que permitirá desarrollar componentes del mayor interés, tales como captadores de corriente a altas velocidades, ondulaciones de potencia a frecuencia variable, motores lineales, para citar únicamente los elementos principales



El Transrapid 04. El sistema de soporte y guiado por atracción deriva del prototipo 02. (Foto: K. M.-MBB.)



El vehículo de ensayo del Grupo de Erlangen, sin electroimanes. (Foto: AEG-BBC-Siemens.)

cuya aplicación en propulsión puede acomodarse prácticamente a cualquier tipo de sustentación-guía e incluso hasta utilizando ruedas...

La pista construida para los ensayos del primer modelo es circular, de 280 metros de diámetro, y requiere una inclinación de 45 grados para alcanzar velocidades del orden de los 200 kilómetros por hora compensando los esfuerzos de las fuerzas centrífugas. El vehículo de ensayo, que incluye los elementos de propulsión anteriormente citados, circula por el momento sobre ruedas neumáticas hacia los bordes interiores de la pista de hormigón. Los bordes exteriores, revestidos de bandas de aluminio de 20 milímetros de espesor deben recibir este año los imanes superconductores Siemens. AEG ha realizado el motor asíncrono lineal de tracción y

de frenado que tiene 1.200 kilovatios de potencia con un peso de 3.200 kilogramos. BBC, el ondulator de 5 MVA a partir de corriente continua de alimentación de 4.000 voltios con un peso de 0,65 kilogramos por kilovatio. MAN ha construido la caja, los órganos de rodadura y los dispositivos de seguridad. De esta manera, de las 16 toneladas del vehículo, la cuarta parte corresponde a la criogenia, la mitad al equipo eléctrico y el resto a la mecánica. El vehículo hay que telemendarlo desde el suelo, ya que se trata de un circuito circular, parecido a un ferrocarril elemental a escala reducida. El modelo a escala natural previsto para su ensayo en Donauried debería utilizar, si ello fuese posible, la misma infraestructura que la de los vehículos de electro-deslizamiento por atracción (cosa que plantea difíciles problemas de compati-

bilidad entre soluciones todavía inciertas). Se estudiará en principio para velocidades de 400 a 500 kilómetros por hora. Sin embargo, los ingenieros responsables del proyecto hacen gala de una notable prudencia en su decisión y de un gran realismo científico, debidos sin duda a la experiencia ya adquirida en este campo, admitiendo que trabajan a muy largo plazo; para el siglo próximo, sin duda. Y así, en un equilibrio entre la susceptibilidad y el futuro de los sistemas competidores por un parte, y las técnicas más tradicionales por otra —que son también sus verdaderos clientes— los miembros del grupo electrodinámico practican un dinamismo moderado y a largo plazo.

A MANERA DE CONCLUSION

Resulta sintomático que también en Alemania existe, como en otras partes, alguna dispersión de esfuerzos en el campo de las técnicas no convencionales del transporte. A pesar del reciente agrupamiento, en dos principales ejes de investigación, existe todavía un cierto despilfarro de recursos, sobre problemas análogos, y una menor eficacia del conjunto de los trabajos, pero este despilfarro es despreciable teniendo en cuenta el volumen de la financiación federal para todas las orientaciones. Sin embargo, no se piensa que a nivel nacional se puede realizar una línea interurbana de electro-deslizadores antes del fin del siglo, si es que tal experiencia llega a realizarse, lo que limita netamente los riesgos a nivel europeo. A pesar de este largo plazo, se puede, sin embargo, constatar que en lo que al electromagnetismo de atracción se refiere, preocupaciones distintas a las verdaderas preocupaciones de un sistema de transporte para la comunidad, e indiferentes por consiguiente al interés a corto plazo de los usuarios, amenazan con falsear el juego en los debates o acciones europeas que conciernen a la utilización —o a la utilidad misma— de los "sistemas" nuevos. El riesgo mayor, considerando de entrada como "sistema" lo que no es sino un "medio" (los fines comerciales y los objetivos técnicos son, además, prácticamente idénticos, cualquiera que sea el "medio"), es entonces el hacer esperar el "óptimo" para mañana (o para nunca) y no empezar de la "mejor" manera posible desde hoy mismo. Otro riesgo es que si no se llega a ningún acuerdo a nivel europeo, y cada cual continúa por su cuenta, la dispersión de recursos, los mercados demasiados restringidos, un bloqueo de toda innovación real, la realización de fragmentos de líneas incoherentes y costosas abran el camino a técnicas extraeuropeas sobre todo si estas últimas —caso que no puede excluirse— llegan a coincidir con lo que se ha dado en llamar sistemas "clásicos"... ■ Y. M. T.