



ACEAM

## BOLETIN Nº 2

Diciembre 2003

### Editorial

Han transcurrido casi 7 meses desde la publicación de nuestro Boletín nº 1, inaugural de una que esperamos sea larga serie de ellos y, finalmente, hemos podido reunir material suficiente para preparar el segundo número del presente año, que confiamos os aporte entretenimiento y curiosidad respecto a los temas que se incluyen.

Después de unos cuantos años en los que las exposiciones no nos han faltado, sobre todo en estas fechas navideñas, se ha producido un parón que esperamos sea momentáneo, ya que estábamos muy acostumbrados a viajar a diversos puntos de España en las fechas previas y posteriores a la Navidad para, ilusionados, montar nuestros modelos (incluso pasando frío como el año pasado en Oviedo) y, sobre todo, tener la oportunidad de reunirnos para cambiar impresiones y hacer un poco de turismo.

Hay algunos indicios de interés para exponer en Santander y alguna otra ciudad del Sur, pero nada concreto por el momento. Por tanto, este año aprovecharemos el Boletín para deseáros unas felices fiestas, al no poderlo hacer personalmente como en otras ocasiones.

También os comunicamos que queda abierta la admisión de artículos y colaboraciones para el próximo Boletín, a enviar a:

Manuel Hidalgo García  
C/ Arturo Soria 75  
28027 MADRID

# Contenido:

En este número se incluyen los siguientes artículos:

- INTERRUPTORES "FIN DE CARRERA" EN LOS MOTORES, POR JESÚS ALONSO.
- REGULADOR DE VELOCIDAD MUY SENCILLO, POR JESÚS ALONSO.
- BREVE HISTORIA DE MECCANO EN ESPAÑA, POR ANTONIO VALERO.
- FILATELIA Y MECCANO, POR ANTONIO VALERO.
- ANÁLISIS Y CONSIDERACIONES SOBRE EL MODELO 4.28, POR RAIMUNDO GASPAS.

Los artículos de Antonio Valero forman parte de su interesante página Web, cuya dirección es: <http://club.telepolis.com/valeai/index.htm>. También se puede llegar a la misma en la web "THE MECCANO WEB RING" [www.meccanoweb.com](http://www.meccanoweb.com)

## NECROLOGICAS

En este año tuvimos la mala fortuna de perder a dos excelentes compañeros.

El 30 de Mayo falleció en Lugo José Antonio González Espinosa de los Monteros, magnífico constructor de grandes modelos y muy buena persona. Muchos de nosotros recordaremos su excelente disposición a hacer "pequeños negocios" con sus piezas, siempre dispuesto a proporcionarnos aquellas que nos faltaran por un módico precio.

El 11 de Diciembre y, como un cruel e inesperado mazazo, nos llegó la noticia del deceso repentino, por un traidor infarto, de nuestro querido Vicepresidente, Paco Febrel López. Todos los que le conocíamos sentimos tremendamente su pérdida. Persona siempre dispuesta a colaborar y a facilitar a todos sus amplios conocimientos sobre nuestro hobby. Recordaremos siempre su carácter abierto y jovial, que con sus dichos y chistes animaba todos nuestros encuentros, reuniones y viajes.

Descansen ambos en paz.

Ultima hora. Nos comunica que ha Fallecido, Don José Muñoz Dies. 2

# INTERRUPTORES "FIN DE CARRERA" EN LOS MOTORES

Jesús Alonso Rodríguez

En nuestros modelos, con frecuencia utilizamos motores para desplazar piezas en movimientos no continuos: la pluma de una grúa, el tablero de un puente levadizo, el brazo de un robot, etc. Cuando la parte móvil alcanza el final del recorrido y si el operador no está muy pendiente, lo normal es que se pare trabando el motor. Esto, además de resultar poco estético, provoca sobrecargas en las fuentes de alimentación, calentamientos innecesarios de los motores, atascos en las articulaciones, aflojamiento de prisioneros y en definitiva, posibles averías. Para evitarlo, no tenemos más que recurrir a un sistema que detenga el motor al final del recorrido permitiendo que se ponga en marcha en sentido contrario.

La solución que proponemos aquí es la utilización de los denominados "interruptores fin de carrera". Se trata de unos conmutadores con un contacto normalmente abierto y otro normalmente cerrado que es el que utilizaremos. Cuando el elemento móvil llega al final del recorrido, presiona la leva del interruptor, abriendo el contacto normalmente cerrado, que colocaremos en serie con la alimentación del motor, provocando la parada. Para permitir que arranque en sentido contrario, no hay más que colocar un diodo en paralelo con el contacto y orientado de manera que conduzca en el sentido adecuado.

## INTERRUPTORES:

Existe comercialmente una enorme variedad de interruptores fin de carrera, que se pueden adquirir en cualquier tienda de componentes electrónicos. Los más frecuentes incluyen un conmutador con un contacto común, uno normalmente abierto y otro normalmente cerrado. Para esta aplicación, utilizaremos el contacto común y el normalmente cerrado.

Los contactos suelen venir identificados mediante letras. Una "C" para el común, "NO" para el normalmente abierto y "NC" para el normalmente cerrado. Cuando se presiona la leva del interruptor, deja de existir continuidad entre el "C" y el "NC" pasando a existir entre el "C" y el "NO". Si en el interruptor que se vaya a usar no vinieran los contactos identificados, siempre se pueden encontrar con la ayuda de un polímetro o de una simple bombillita.



## DIODOS:

Un diodo es un componente electrónico bipolar. Uno de sus polos se denomina ánodo y el otro cátodo. Un diodo conduce (deja pasar la corriente) cuando el ánodo es más positivo que el cátodo y no conduce en caso contrario. Los diodos se suelen presentar encapsulados en un pequeño cilindro de plástico con una pata por cada lado. El cátodo es la pata más próxima a una banda pintada junto a uno de los extremos, la otra pata corresponde al ánodo.



Fig. 1: Algunos tipos de interruptores fin de carrera.

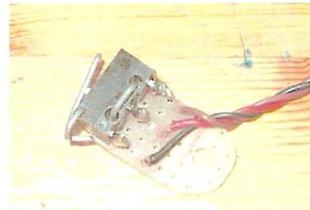


Fig. 2: Interruptor montado sobre una placa que permite fijarlo de forma compatible con Meccano.



Fig. 3: Diodo del tipo utilizado en este montaje.

También se pueden encontrar rectificadores que integran dos diodos en una sola cápsula con tres patas, correspondiendo la pata central al cátodo común de ambos diodos y cada pata lateral al ánodo de cada uno.

Para esta aplicación, nos servirá cualquier diodo o rectificador que soporte una corriente mínima de 2 Amperios.

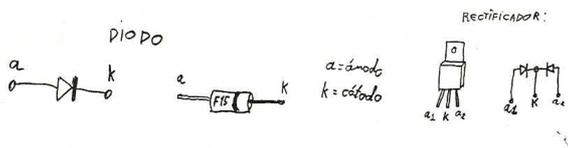
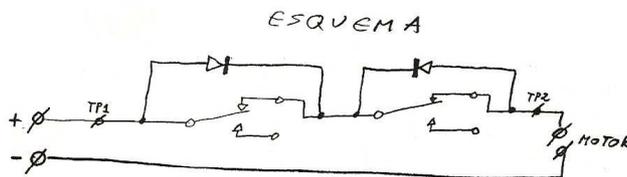


Fig. 4: Rectificador que integra dos diodos en una única cápsula.

**ESQUEMA:**

En la figura se puede ver el esquema de aplicación. Si una vez instalado, el motor no arrancara en sentido contrario al que se ha detenido, se deberán invertir los dos diodos, o las dos conexiones en los puntos "TP1" y "TP2".



**EJEMPLO:**

En la fotografía se puede apreciar un ejemplo de aplicación. Se han utilizado unos interruptores procedentes del desguace de ratones de ordenador. En la parte baja se puede ver el rectificador.



Fig. 5: Ejemplo de aplicación.

## REGULADOR DE VELOCIDAD MUY SENCILLO

Jesús Alonso Rodríguez

El regulador de velocidad descrito aquí es adecuado para motores de 12 voltios con consumos máximos de entre 1 y 2 amperios. Se trata de utilizar un único transistor de mediana potencia, con una ganancia en corriente del orden de 20 y montado en "emisor común" (seguidor de tensión), junto con un potenciómetro para el ajuste.

Utilizaremos un transistor 2N3054 que deberá montarse sobre un radiador adecuado, aislando el cuerpo del transistor del radiador, y un potenciómetro de 20.000 Ohmios (vale cualquier valor entre 10.000 y 25.000). Lo ideal es utilizar un potenciómetro de variación logarítmica y hacerlo funcionar al revés para obtener una variación anti-logarítmica lo que nos dará una respuesta más lineal en el motor. Existen potenciómetros con eje de 4mm. Que, aunque son más difíciles de encontrar, nos vienen de maravilla para usarlos con Meccano. Todos los materiales, transistor, radiador, lámina y arandelas aislantes y potenciómetro se pueden adquirir en cualquier tienda de componentes electrónicos.

La necesidad de aislar el transistor del radiador viene motivada por estar el cuerpo del transistor conectado al "colector" y, por tanto, al positivo de alimentación, mientras que el radiador, seguramente, lo fijaremos en algún punto de nuestro montaje.

Todo el sistema se inserta en el positivo de alimentación y no necesita conexión al negativo. El positivo se conecta al "colector" del transistor, la salida se hace desde el "emisor" y el potenciómetro se monta entre "colector" y "base". Los siguientes dibujos son bastante ilustrativos:

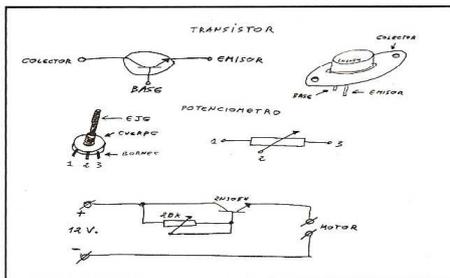


Fig. 5: Esquema eléctrico de montaje.



Fig. 1: Potenciómetro con eje de 4 mm.



Fig. 2: Transistor 2N3054

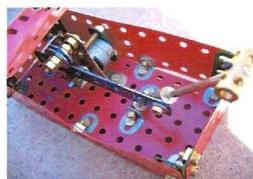


Fig. 3: Ejemplo de montaje.



Fig. 4: Otro ejemplo de montaje. Se puede apreciar el muñón especial utilizado para fijar el potenciómetro.

Lo normal sería unir los puntos 1 y 2 del potenciómetro para que la resistencia disminuyera al girar a derechas, pero lo hemos hecho al revés para que la resistencia disminuya (aumente la velocidad) al girar a izquierdas. La razón es que, utilizando un potenciómetro logarítmico, conseguimos una variación de resistencia anti-logarítmica que produce una respuesta aparentemente más lineal en la velocidad del motor. En las fotografías, se pueden ver un par de ejemplos de montaje:

Como se puede ver, se ha construido un muñón especial en latón de 1mm. de espesor, para fijar el potenciómetro. En las fotografías se puede apreciar, también, el sistema utilizado para aislar el transistor de su soporte, mediante una lámina de mica y dos arandelas de plástico.

Dado que, en ambos casos, se han utilizado potenciómetros con eje de 4 mm. ha sido posible acoplar directamente el piñón al eje. Asimismo, en ambos casos se ha montado la cremallera de forma que el incremento de velocidad se produzca con un giro a izquierdas del eje.

--- 0 ---

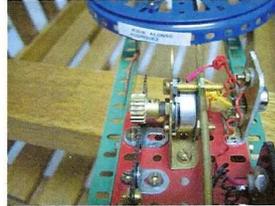


Fig. 6: Otra vista donde se aprecia la forma de fijar el potenciómetro.

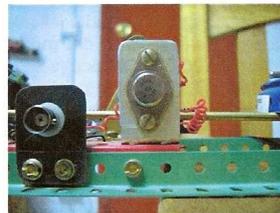
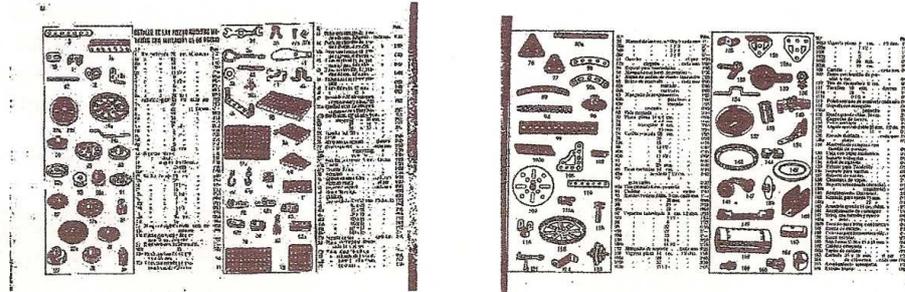


Fig. 7: Vista del transistor de frente, montado sobre el radiador y aislado con una lámina de mica.

## Breve historia de Meccano en España.

No hay datos fiables de cuando se empezó a comercializar Meccano en España, si bien en los años veinte del pasado siglo se encontraba en buenas jugueterías toda la gama de productos Meccano de la época, los cuales se importaban de Inglaterra.

A finales de aquellos años se comenzó la fabricación de METALING en Barcelona, que era una imitación de Meccano. Las piezas eran semejantes, salvo que los bujes, collares y acoplamientos tenían un diámetro un poco mayor. El esquema de color de las piezas era el mismo de Meccano de la época, rojo oscuro-verde oscuro. Los manuales de instrucciones diferían en las portadas y cotraportadas, pero los modelos eran copia dibujada de los de Meccano. Se fabricaron equipos que iban del 0 al 6 y sus complementarios del 0a al 5a. Sus contenidos eran equivalentes a los de los equipos Meccano.



Lista de piezas Metaling

Poco duró la producción de Metaling, debido a que entre 1930 y 1931 la fábrica de Barcelona llega a un acuerdo con MECCANO LTD. de Inglaterra por la que se le concedía licencia de fabricación y comercialización en España de Meccano. A partir de esas fechas se producen en España las piezas de Meccano en color rojo-verde y en equipos que van del 000 al 7 y sus correspondientes cajas complementarias. El contenido de esos equipos era equivalente al de los que se fabricaban en Inglaterra en 1930.



Folleto con la lista de piezas y precios de Meccano que se vendían en España en los años treinta.

Pero, sin embargo, las grandes innovaciones que se produjeron en el Meccano que se hacía en Inglaterra, no llegaron a España. En efecto, nunca se fabricó ni los equipos de aviones, ni los de coches que aparecieron en Inglaterra en 1931 y en 1932. Tampoco se introdujo la fabricación en España de los nuevos equipos que comenzaron a producirse en Inglaterra en 1934, con el esquema de color de las piezas en azul y oro, ni las nuevas placas flexibles

Esta situación continuó hasta 1964. Durante todo ese periodo las piezas fabricadas en España, con diferentes calidades y tonalidades, siguieron manteniendo el esquema de color rojo-verde y el contenido de los equipos seguía siendo el mismo que el de 1930, incluso el equipo nº 7 español, que se comercializaba después de la guerra civil, no contenía algunas piezas, que sí tenía el equipo nº 7 inglés de comienzos de los años treinta, como eran las placas y tiras circulares, que no se llegaron a fabricar en España. Los manuales de instrucciones también fueron los mismos que los de 1930, y el del equipo nº 7 no incluía los modelos que tenían placas circulares. Las tapas de las cajas de los equipos reproducían el chasis de automóvil y las cubiertas de los manuales la grúa martillo con dos niños.

A finales de los años cuarenta se publican los manuales del telar automático y de la rotativa, que incluyen piezas especiales como los rodillos de la rotativa o las púas de peine del telar, piezas que solamente se fabricaron en España. La fábrica Meccano de Barcelona "Novedades Posch" en esa época organizaba concursos de modelos y premiaba a los ganadores de cada categoría.



Folleto publicado por la fábrica de Barcelona, hacia 1950 con los precios de los equipos Y a 7 y sus cajas complementarias. El contenido de los equipos y la portada y el contenido de los manuales era como los de 1930, excepto el equipo 7.



En 1959 se publica este folleto con los precios de los equipos que siguen siendo del Y al 7. El contenido de las cajas y de los manuales es idéntico al de los años anteriores, salvo que la portada de los manuales y las tapas de las cajas cambia y ahora se reproduce la dragalina gigante de los manuales ingleses.

En el año 1964 se produce un cambio radical en la fabricación de Meccano en España. La fábrica de Novedades Posch, S.A. abandona los equipos que hasta entonces había realizado y comercializado y comienza la fabricación de los equipos con el contenido y características de los que se producían en Inglaterra desde 1962, excepto los equipos 9

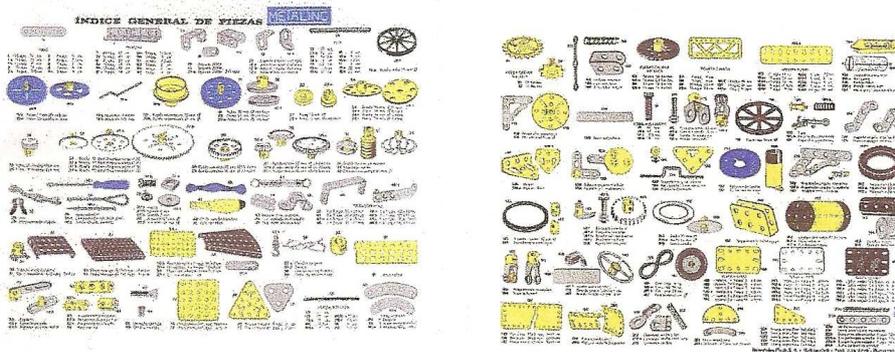
y 10, que no llegaron a fabricarse en España, y consecuentemente tampoco se fabricaron las piezas que solo se encontraban esos equipos. Lo más destacable era que por primera vez en España se fabricaron las placas flexibles y las triangulares flexibles, y que el contenido en piezas de los equipos se redujo de manera importante. Estos equipos y piezas dejaron de fabricarse en el año 1969.

Los equipos, por tanto, eran desde el 0 al 8, y sus correspondientes cajas complementarias. Las tapas de las cajas eran como las inglesas de esta época, rojas, blanca y verde. Los manuales estaban impresos en Inglaterra pero traducidos, y las piezas tenían el esquema de color rojo-verde.



Folleto anunciando el nuevo Meccano que empezó a fabricarse en 1964

En el año 1970 Novedades Posch, S.A. reintroduce la fabricación de METALING y deja de utilizar la marca MECCANO. El nuevo METALING se produce en equipos que van desde el 1 al 8 y sus correspondientes cajas complementarias. El esquema de color es amarillo claro, negro y zincado. Los manuales de instrucciones son totalmente nuevos con modelos diferentes al de los manuales ingleses.



Lista de piezas del nuevo METALING

Casi simultáneamente EXIN empieza a fabricar en Barcelona MECCANO, exactamente igual que el que se producía en Inglaterra en aquellos años, con el color de las piezas amarillo, azul y zincado, la única diferencia destacable es que la rosca de tornillos y tuercas era métrica. Solo se fabricaron equipos del 1 al 5, y al poco tiempo cesó la producción.

METALING fabricó equipos con piezas nuevas como fue el equipo de engranajes de nylon, y otro para construir un motor eléctrico no reversible. También fabricó un transformador de corriente continua y un motor magic. Importaba motores eléctricos con caja de reducciones de seis velocidades que los etiquetaba con la marca METALING.

En 1976 Novedades Poch, S.A seguía fabricando los equipos METALING y también equipos que llevaban las dos marcas MECCANO METALING o MECCANO solo, como fueron los equipos de vehículos militares y de obras públicas y el de Reloj nº 1. En estas fechas cambiaron el esquema de color de las piezas a amarillo, azul y zincado

En 1979 se empieza a fabricar en España los pequeños equipos "Action Packs". Estos constituyeron las últimas innovaciones de MECCANO que se produjeron en España. A principios de los años ochenta cesó la producción de todos los productos METALING y MECCANO, que por aquel tiempo los fabricaba la sociedad P.B.P, S.A., y desde entonces el MECCANO que se comercializa en España es el fabricado en Francia.

Antonio Valero Aicua

Octubre de 2002

## FILATELIA Y MECCANO®

Los juegos de construcciones mecánicas desde que fueron inventados por Frank Hornby y comercializados desde el año 1901, tuvieron un gran auge por todo el mundo, especialmente los de la marca MECCANO®, por lo que se ha reconocido su popularidad e importancia como invento por los correos de Suecia y de los Estados Unidos, países que, como muchos otros, emiten sellos conmemorativos de eventos o temáticos que son los más buscados por los aficionados a la Filatelia.

El correo de Suecia en el año 1976 emitió una serie de varios sellos de diferentes valores dedicados a juguetes. De entre ellos, el de valor facial de 90 öre (reproducido a la derecha) representa una noria de verbena construida aparentemente con piezas de MECCANO® o de otro sistema de los muchos que le imitaron.



Desde entonces no se ha vuelto a emitir ningún otro sello dedicado a MECCANO®, pero el correo de los Estados Unidos de América en el año 1998 puso en circulación una serie dedicada a acontecimientos culturales, técnicos, deportivos, etc. ocurridos a lo largo del siglo XX. Entre los sellos de esa serie dedicados a acontecimientos de la década de 1910 a 1920, se emitió uno de 32 centavos de valor facial (reproducido más abajo), que representa a un niño jugando con un antiguo avión construido con piezas de ERECTOR®, mecano que comenzó a fabricarse en Estados Unidos en el año 1913, como conmemora el sello, así como otros juguetes de construcción de la época, TINKERTOY® y LINCOLN LAGS®, que también son recordados en la leyenda que aparece al dorso del sello, que abajo se reproduce.

Antonio Valero Aicua. Mayo 2003



Construction toys encourage children to build, create, and think about how things work. Erector® sets were introduced in 1913, the Tinkertoy® in 1914, and Lincoln Logs® in 1916.

CELEBRATE THE CENTURY - 1910s

ANALISIS Y CONSIDERACIONES SOBRE EL MODELO 4.28

Modelo No. 4.28 Aparato para transformar movimiento circular en otro rectilíneo

Este modelo muy ingenioso fué ideado por el Don Pierre Th. Dufour que lo empleó en la tesis sentada por él a la Facultad de las Ciencias en Paris, para ganar el grado de Doctor en la Universidad de Paris. El necesitaba un instrumento para transformar un movimiento circular en un movimiento estrictamente rectilíneo, y él dice en la obra publicada por él, que podía hacer esto " con auxilio de las piezas Meccano, por medio de las cuales es muy fácil experimentar con mecanismos de los tipos mas variados."

El punto F es fijado y la distancia entre él y el punto fijo E es igual a AE, los dos brazos FB y DF siendo juntamente iguales a los cuatro lados del rombo ABCD. La trayectoria del punto C forma en tal caso un ángulo recto con EF. Se verá que durante el movimiento del punto C en una línea recta que forma un ángulo recto con EF, el punto A describe un círculo alrededor del punto fijo E.

Cada niño Meccano debería construir este modelo muy interesante y hacer experimentos.



Piezas necesarias:

2 del No. 1	1 del No. 17
5 " " 2	16 " " 37
2 " " 3	1 " " 52
1 " " 5	7 " " 59
4 " " 11	1 " " 62
1 del No. 63	

I.-Nunca construí este modelo. Este verano de 2.003 decidí hacerlo para ver cómo se comportaba. Prescindamos de KHG que tan sólo sirve de apoyo. El modelo funcionaba aparentemente bien, pero debido a los huelgos en todos los nudos no podía asegurarse que el trazo de C fuera una recta normal a FE.

Aunque lógicamente Ms. Dufour lo demostraría en su tesis. decidí analizar matemáticamente el sistema. Esto además me daba pie para sugerir variaciones sobre el modelo. Me ha resultado apasionante.

En la Figura 1 Comprobación, se determina el valor de la proyección de FC sobre la base FE. Este valor  $FC_o = (b^2 - a^2) / 2a$ , que resulta independiente de la posición del punto A (ángulo  $\alpha$ ) por lo que en efecto la traza de C es una recta  $CC_oC$ ... perpendicular a EF.

En la Figura 1 Posiciones, se dibujan varias posiciones del sistema desde la posición central hasta el límite. Se observa como se va deformando el rombo ABCD hasta aplastarse en la posición límite, en la que coinciden sobre la recta FCL los dos lados FB y FD y los 4 lados plegados del rombo. El arco de circunferencia que se describe es el A-AL del que no se puede pasar. Como  $AoCo$  tiene que variar entre 0 y 2a, se obtiene la limitación de b que consta en la Figura 1.

El valor máximo de la traza recta  $CoC$  es  $\frac{b+a}{2a} \sqrt{4a^2 - (b-a)^2}$  para cada valor de b y a.

II.-Surge inmediatamente la pregunta: ¿Funcionará también cuando C quede a la izquierda de A en la posición central, o sea cuando C quede entre E y A? Pues sí. No solamente funciona igual sino que es más curioso por lo que veremos.

En la Figura 2 Comprobación, se ha determinado como antes y con el mismo método el valor de la proyección de FC sobre la base FE para una posición cualquiera. El valor es el mismo que el de antes, lo que nos indica que el trazo de C sigue siendo una recta normal a FE.

En la figura 2 Posiciones, vemos como al principio el rombo se estira (va disminuyendo la diagonal AC) hasta plegarse del todo en una recta A" B"C"D" perpendicular a FA" y al seguir el movimiento, el punto A que estaba a la derecha de C pasa a la izquierda de éste (parecido al modelo Meccano) como se ve en la posición 3ª A'" C'" . Finalmente se alcanza la posición límite de la que no puede pasarse AL-CL, y en la que el rombo se ha aplastado en el otro sentido, estando todo sobre la recta F-CL.

Como ahora CoAo tiene que variar entre C y 2a, se obtiene la limitación de b que figura en la Figura 2.

El valor máximo de la traza CoCL es el mismo que antes.

III.-Puestos a preguntar, surge pronto otra cuestión:  
¿Por qué han de ser FE=EA=AB=BC=CD=DA ?

Hemos comprobado que si FE=EA =e, y los cuatro lados del rombo iguales a a, el comportamiento del sistema sigue siendo el de siempre. En la Figura 3 está la comprobación de que la proyección de FC sobre FE nos da FCo =  $(b^2 - a^2) / 2e$ , independiente de la posición de A, por lo que la traza de C sigue siendo una recta perpendicular a EF.

Como en I y II, la recta CoCL puede estar a la derecha de A ó a su izquierda, dependiendo del valor de b en relación con a y e.

Por supuesto que todo es simétrico respecto a la recta base EF, aunque solamente se haya dibujado bajo ella.

#### IV.-Otras consideraciones.

A) Posiblemente Msr Dufour analizaría en su tesis el caso general que se indica en la Figura 4 en que todas las distancias son distintas. El punto A seguirá una trayectoria circular, pero el punto C cualquiera sabe, aunque tanto por arriba como por abajo se llegará a posiciones límites no sobrepasables.

SI ALGUIEN QUIERE ESTUDIAR ALGO DE ESTO....

B) El movimiento es reversible.

Por ello: Si hacemos que el punto C recorra la recta que le corresponde a la distancia correcta de F, el punto A describirá un arco de circunferencia sin necesidad de que exista el vínculo e varilla EA. ni el vínculo FE. Para unos valores dados de a, de b y de FCo (caso 3) todo funcionará con un valor de e, o sea de FE y EA, igual a  $(b^2 - a^2) / 2FCo$ .

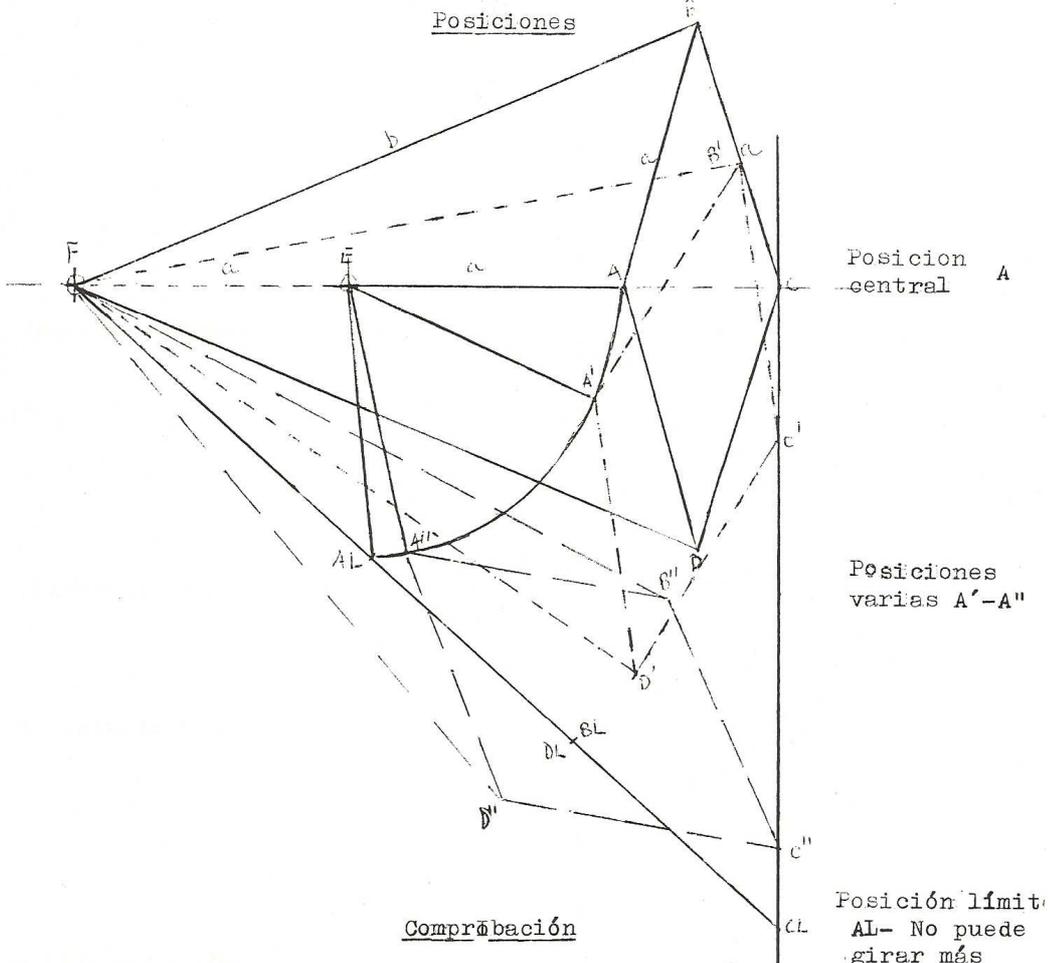
Pasaríamos pues a disponer de un Aparato para transformar un movimiento rectilíneo en uno circular.

V.-En vista de todo ello realicé varios modelos con Meccano cinco en total: Fig.1-Fig.2-Fig.3-Fig.3 pero recta a la izquierda de A-y IV B (reversible). Se adjuntan fotografías.

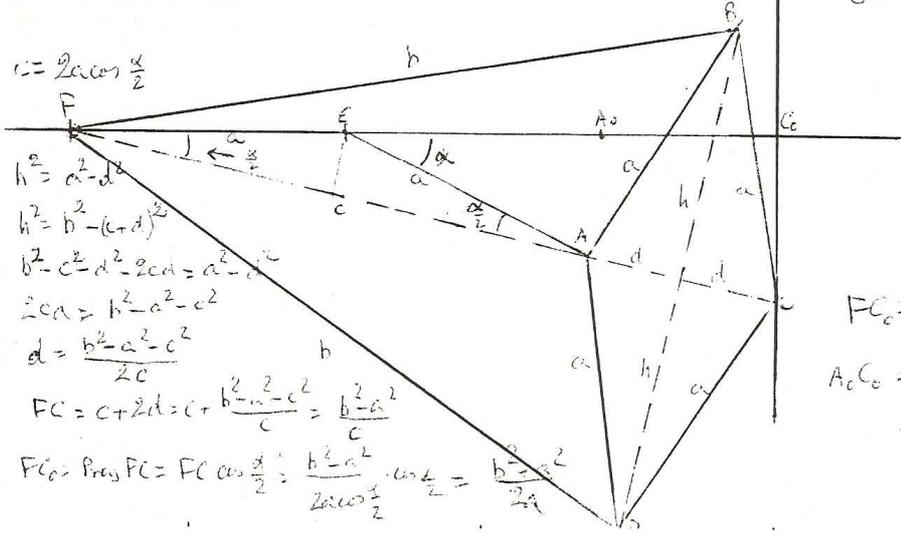
Raimundo Gaspar

FIGURA 1

$a \leq b \leq 2a$



Comprobación

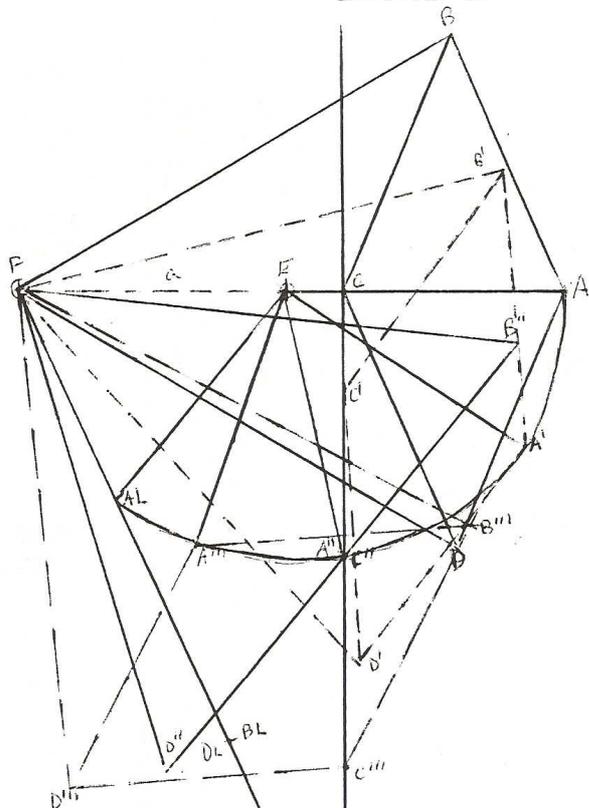


$c = 2a \cos \frac{\alpha}{2}$   
 $h^2 = a^2 - d^2$   
 $h^2 = b^2 - (c-d)^2$   
 $b^2 - c^2 = a^2 - 2cd = a^2 - d^2$   
 $2cd = b^2 - a^2 - c^2$   
 $d = \frac{b^2 - a^2 - c^2}{2c}$   
 $FC = c + 2d = c + \frac{b^2 - a^2 - c^2}{c} = \frac{b^2 - a^2}{c}$   
 $FC_0 = \text{Proy } FC = FC \cos \frac{\alpha}{2} = \frac{b^2 - a^2}{2a \cos \frac{\alpha}{2}} = \frac{b^2 - a^2}{2a}$

$FC_0 = \frac{b^2 - a^2}{2a}$   
 $A_0C_0 = FC_0 - 2a = \frac{b^2 - a^2}{2a} - 2a = \frac{b^2 - 5a^2}{2a}$

Posiciones

$$a < b < a\sqrt{5}$$



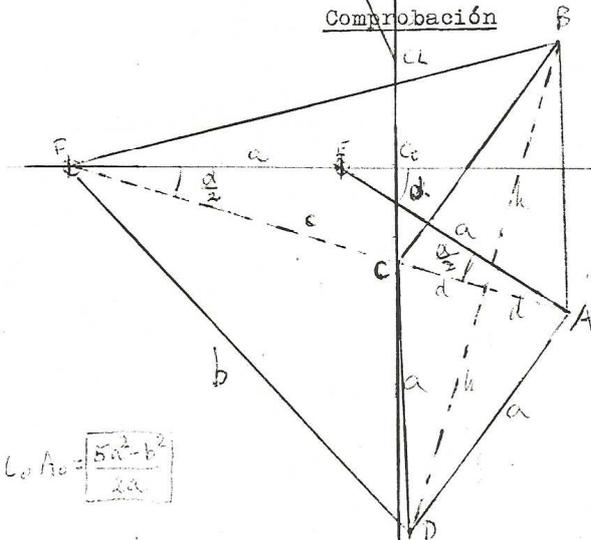
Posición central A

Posición cualquiera A'

Posición de inversión A''

Posición cualquiera A'''

Comprobación



Posición límite AL  
no puede girar más

$$FA = c = 2a \cos \frac{\alpha}{2}$$

$$h^2 = b^2 - (c-d)^2 = a^2 - d^2$$

$$b^2 - c^2 - d^2 + 2cd = a^2 - d^2$$

$$2cd = a^2 - c^2 - b^2$$

$$d = \frac{a^2 - c^2 - b^2}{2c}$$

$$FC = c - 2d = c - \frac{a^2 - c^2 - b^2}{c}$$

$$= \frac{b^2 - a^2}{c}$$

$$FC_0 = \text{Proy } FC = FC \cos \frac{\alpha}{2} = \frac{b^2 - a^2}{2a \cos \frac{\alpha}{2}} \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$$

$$= \left| \frac{b^2 - a^2}{2a} \right|$$

$$C_0 A_0 = \left| \frac{5a^2 - b^2}{2a} \right|$$

FIGURA 3

FE = EA = e Laos del rombo = a

Recta a la derecha de A  $\sqrt{a^2 + e^2} < b < a + e$

Recta a la izquierda de A  $2e - a < b < \sqrt{a^2 + 4e^2}$

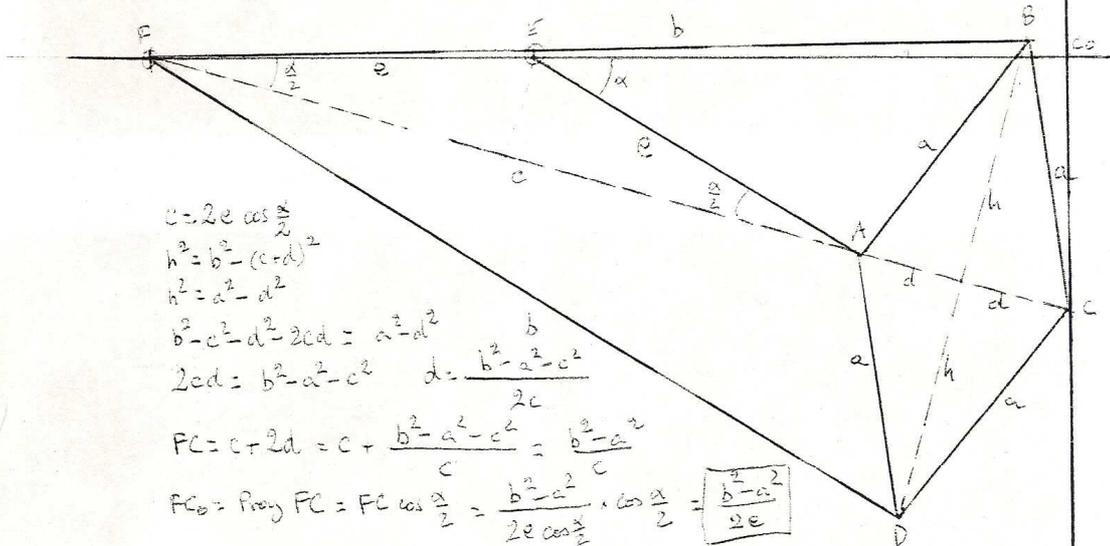
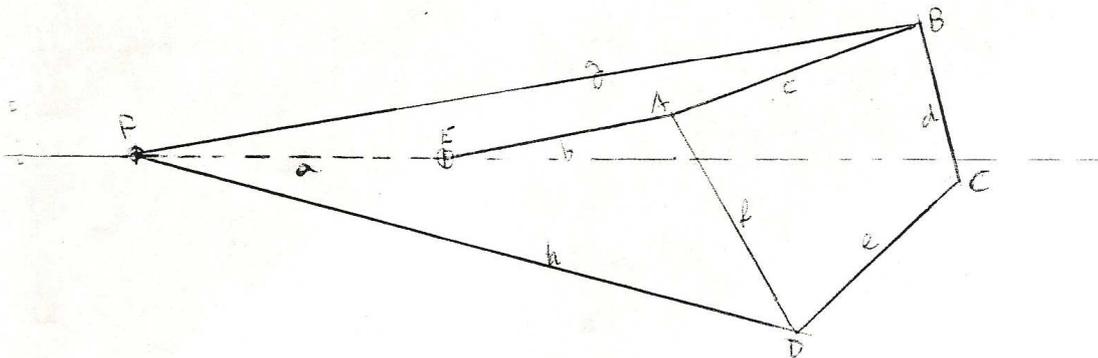


FIGURA 4

Caso general, que no se contempla



FOTOPRABIAS

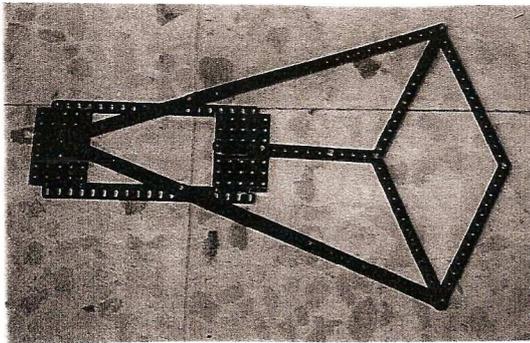


Figura 1

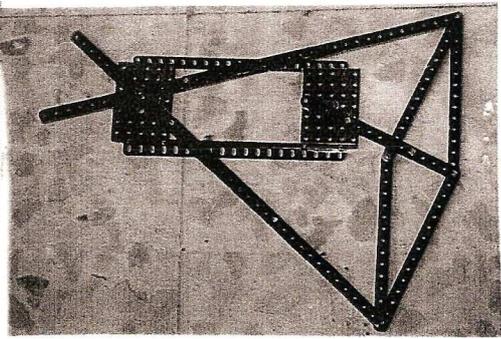


Figura 2

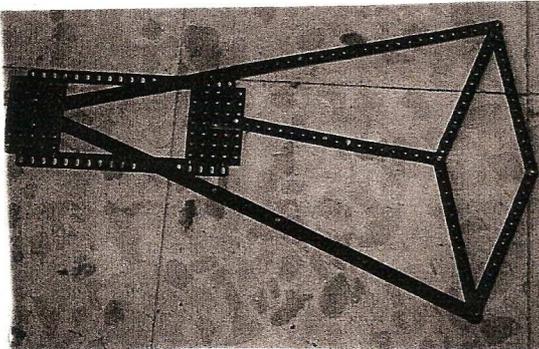


Figura 3

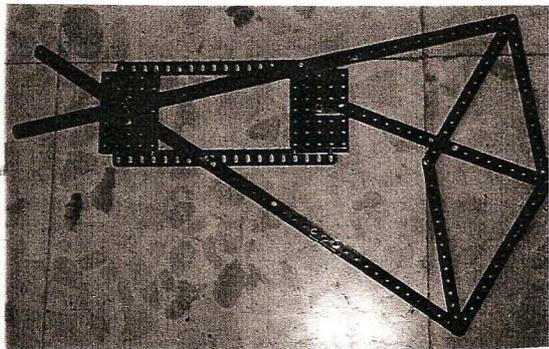
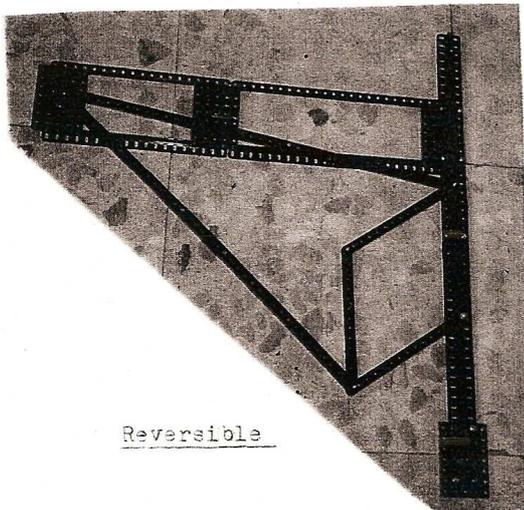
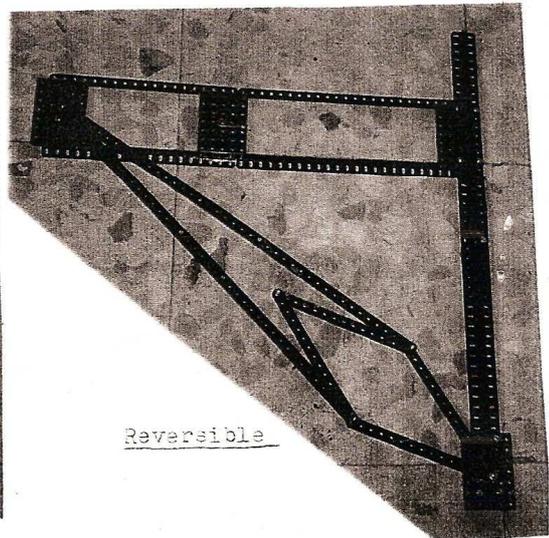


Figura 3.-C a la izquierda



Reversible



Reversible