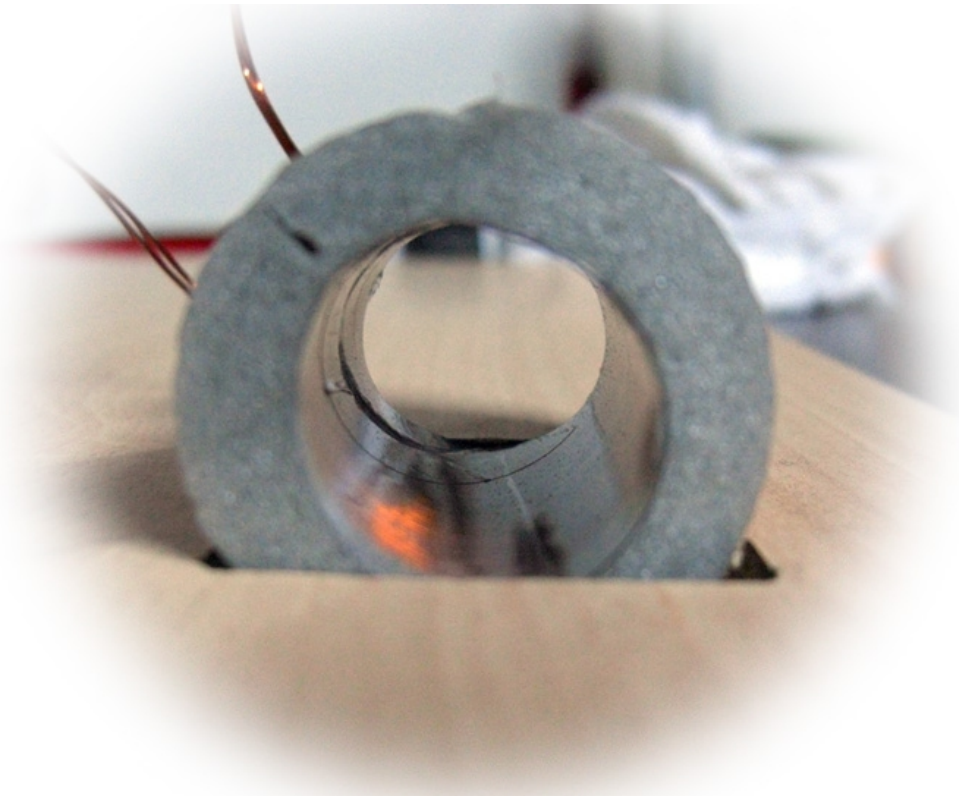


Acelerador de partículas “Maqueta educativa”



**Premiado en la tercera edición
del concurso de divulgación
del CPAN**

III Concurso de Divulgación CPAN

Modalidad:

Experimentos y/o Demostraciones

Realizado por:

Albert Pujol Fillat

Celestí Capell Arqués.

Índice	Página
<i>Introducción.</i>	1
<i>Finalidad.</i>	1
<i>Fundamentos físicos de la maqueta</i>	2
<i>Funcionamiento básico de la maqueta</i>	3
<i>Construcción de la maqueta</i>	6
<i>Materiales necesarios, estimación del presupuesto</i>	8
<i>Conclusiones</i>	8

<i>Acelerador de partículas “Maqueta educativa”.</i>	<i>III Concurso de divulgación CPAN.</i>
<i>Autores: Albert Pujol & Celestí Capell</i>	<i>Modalidad: Experimentos y/o Demostraciones</i>

Introducción

Inmersos en el siglo XXI tenemos a nuestro alcance muchos conocimientos que hemos heredado de nuestros antecesores. Sin mirar a gran distancia disponemos de avanzada tecnología que no sería posible sin las aportaciones básicas que han ido aportando diferentes científicos a lo largo de la historia.

Poder explicar los fenómenos físicos en los que estamos implicados día a día, constituye todo un reto, nada fácil de asumir, en el que los grandes cambios sociales y tecnológicos que se producen últimamente a un ritmo frenético, casi no dan tiempo a seguirlos. Aún así, hay que aprovecharlo para educar adecuadamente en este nuevo mundo cambiante, y saber sacar provecho de estas tecnologías con raciocinio.

Siempre se hace difícil explicar ciertas experiencias de gran relevancia científica y que por su complejidad y gran envergadura parecen reservadas a unos pocos, con este trabajo se pretende aproximar al gran público, de manera sencilla, un mega acontecimiento como es el experimento más grande realizado por la humanidad, el **ACELERADOR DE PARTÍCULAS**.

Finalidad

Mi experiencia como docente me demuestra que en muchas ocasiones las fórmulas y otras demostraciones aburren y llegan a confundir, en lugar de esclarecer el génesis del conocimiento que tantos años han costado de desentrañar. Con la ayuda de maquetas y otros ingenios que utilizo en mis clases, puedo ver “in situ” como se les abren los ojos y muestran una expresión de perplejidad que les delata ante esta nueva visión del acontecimiento.

Con éste proyecto podemos introducir, de manera símil e intuitiva el fundamento y la estructura funcional del acelerador de partículas que ha sido construido en Ginebra “CERN”.

El reto ha sido el de obtener una maqueta real en la que se aprecie el comportamiento de aceleración de una partícula física visible, alrededor de un anillo por la que circulará a una velocidad controlable electrónicamente.

El desafío no es fácil, pero con tenacidad y constancia ha llegado a buen puerto. A lo largo del documento vamos a detallar la construcción de este prototipo didáctico.

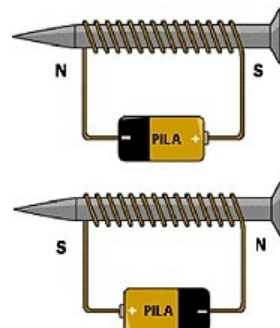
Finalmente hemos conseguido acelerar una bola de acero alrededor de un anillo hecho con tubo transparente de plástico, controlando de manera efectiva su velocidad de rotación. La esfera, pretende simular una “gran partícula” visible, imitando lo que sucede en un acelerador real. Modestamente se trata de una pequeña maqueta didáctica auto construida con materiales de fácil abasto.

Fundamentos físicos de la maqueta.

Idea base, electromagnetismo.

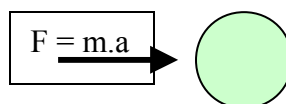
Que sucede cuando con un hilo conductor construimos un solenoide por el que hacemos circular una corriente eléctrica?

Es de todos conocido que hemos construido un ELECTROIMÁN, con el que podemos obtener un campo magnético a nuestro antojo, conectando o desconectando de la corriente eléctrica dicho dispositivo.



Hasta aquí la cosa parece fácil, pero ¿cómo podemos impulsar una bola de acero aprovechando la fuerza electromagnética?

Tal como nos indica la **segunda ley de Newton** ($F = m \cdot a$). Podemos inducir una aceleración física de una masa a partir de una fuerza aplicada.



Bien, como hemos indicado al principio, con un electroimán podemos obtener una fuerza electromagnética de diferente magnitud. Si ésta la aplicamos adecuadamente sobre una masa ferromagnética, esta fuerza producirá una aceleración, tal como nos indica la segunda Ley de Newton.

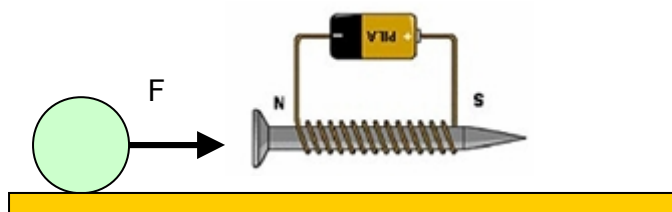


Fig. 1

Si observamos la "figura 1", vemos como al conectar a la corriente eléctrica el electroimán, éste produce un campo magnético que a su vez provocará una fuerza de atracción sobre la esfera, que a su vez se acelerará hasta colisionar con el clavo.

Diseñando adecuadamente el tamaño de la bobina del electroimán, como su número de vueltas y el voltaje aplicado, conseguiremos una fuerza de atracción de mayor o menor magnitud.

¿Por que una esfera?

En nuestro proyecto pretendemos simular la aceleración de una partícula, que la haremos circular por un tubo. Por coherencia y su bajo coeficiente de rozamiento hemos basado nuestro proyecto en este objeto. Como representamos gráficamente siempre una partícula atómica ¿

Como continuará el recorrido la esfera?

En la imagen de la "fig1" la esfera queda inmóvil una vez ha colisionado con el clavo. En nuestra maqueta hemos construido una bobina "hueca" para que pueda continuar su recorrido sin que colisione con nada a lo largo del anillo, es como decir que circulará por un túnel construido con la bobina, ver figura2.

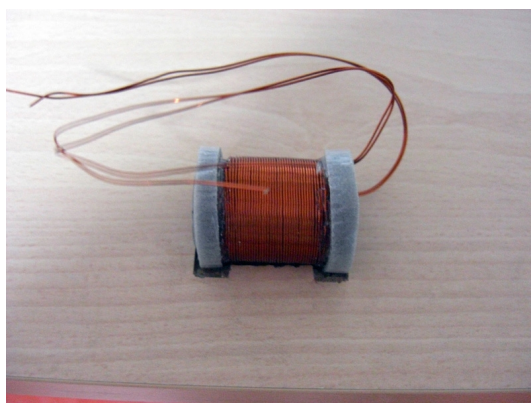


Fig2a

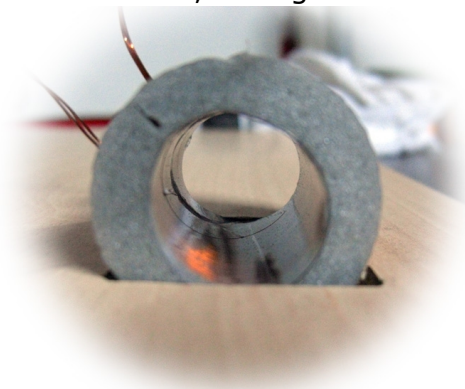


fig2b

Funcionamiento básico de la maqueta

La idea base de este artilugio se basa en el gran experimento del acelerador de partículas de Ginebra CERN, en que se lanzan por un anillo a una velocidad próxima a la de la luz.

Nuestra discreta propuesta la hacemos sobre un tubo de plástico transparente, en la que hacemos circular una bola de acero de tamaño visible, impulsada por dos bobinas situadas en 180 ° de la circunferencia del anillo.

Con la ayuda de la circuiteria electrónica que hemos diseñado nosotros mismos, podemos controlar la duración del impulso eléctrico que llega en cada bobina, ello conlleva una regulación estable de la velocidad a la que circulara la bola.

Hemos añadido dos potenciómetros de control para poder ajustar dicha velocidad entre un rango máximo y mínimo. Ver la fig.3

***** Atención, aclaración:**

Somos plenamente conscientes que en el acelerador de partículas de Ginebra, la aceleración se produce por campo electroestático y las inmensas bobinas allí presentes a lo largo del anillo solo tienen la función deflectora de desviar un pequeño ángulo para obtener una trayectoria circular de 27Km.

En nuestro proyecto aprovechamos el campo electromagnético para impulsar la bola de acero, por efectos prácticos, didácticos y por la facilidad que todo ello implica.

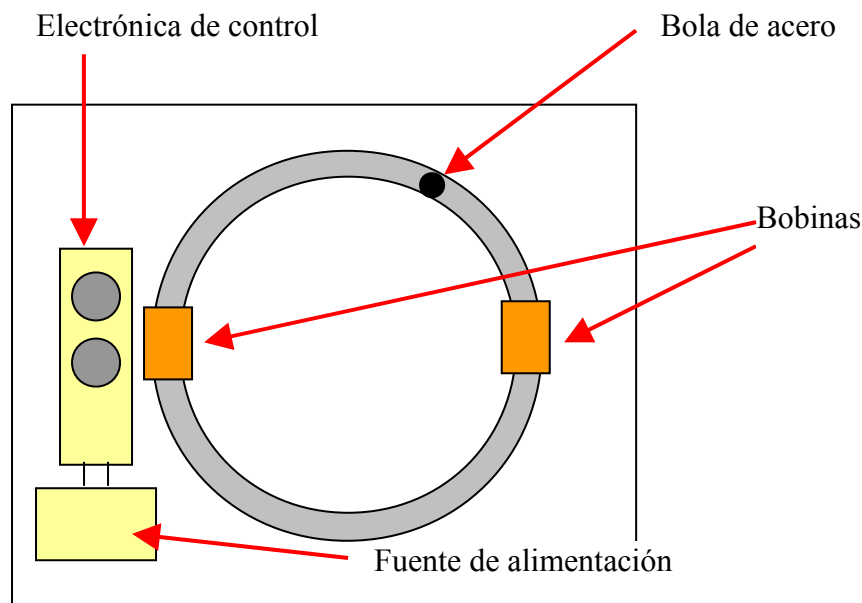


Fig.3

¿Control electrónico, por qué?

Evidentemente la bobina no puede estar accionada todo el tiempo, hay que accionarla en el momento preciso y desconectarla con precisión para que no frene la bola a la salida de la bobina.

Para ello necesitamos elementos precisos que solamente los podemos obtener con la ayuda de circuitería electrónica.

¿Cuándo accionaremos el electroimán?

En nuestro proyecto accionamos el electroimán en el preciso instante en que la bola entra en la bobina, para ello hemos instalado una barrera de luz que nos detecta el paso de la esfera, ello provoca el accionamiento de dicha bobina para que cree un fuerte campo magnético. Ver Fig4

La barrera electrónica de luz esta formada por un diodo emisor y un fototransistor que actúa como receptor. El receptor envía la señal correspondiente a la placa de control que a su vez acciona el electroimán.



Fig. 4

¿Durante cuanto tiempo?, ¿Por qué?

Cabe recordar que la fuerza que ejerce la bobina sobre el material ferromagnético es siempre de atracción. Si mantenemos conectada la bobina mientras la bola está saliendo de ella, se producirá una fuerza de atracción opuesta al desplazamiento de la misma, es decir, frenaremos su dinámica de movimiento, cosa que no pretendemos en este proyecto.

¿Solución?

Una vez más utilizaremos la electrónica para conseguir un tiempo de accionamiento preciso. Experimentando y ajustando el tiempo de accionamiento hemos llegado a la conclusión que dicho accionamiento tiene que oscilar entre 3... 30 ms. Para ello hemos utilizado un temporizador basado en chip NE555, eficaz, fácil de utilizar y económico para este propósito.

Para regular ésta temporización hemos intercalado un potenciómetro "RV1" que servirá para variar la velocidad a la que se desplaza la bola.

En la figura inferior "fig.5" mostramos el esquema utilizado para el control de este proyecto.

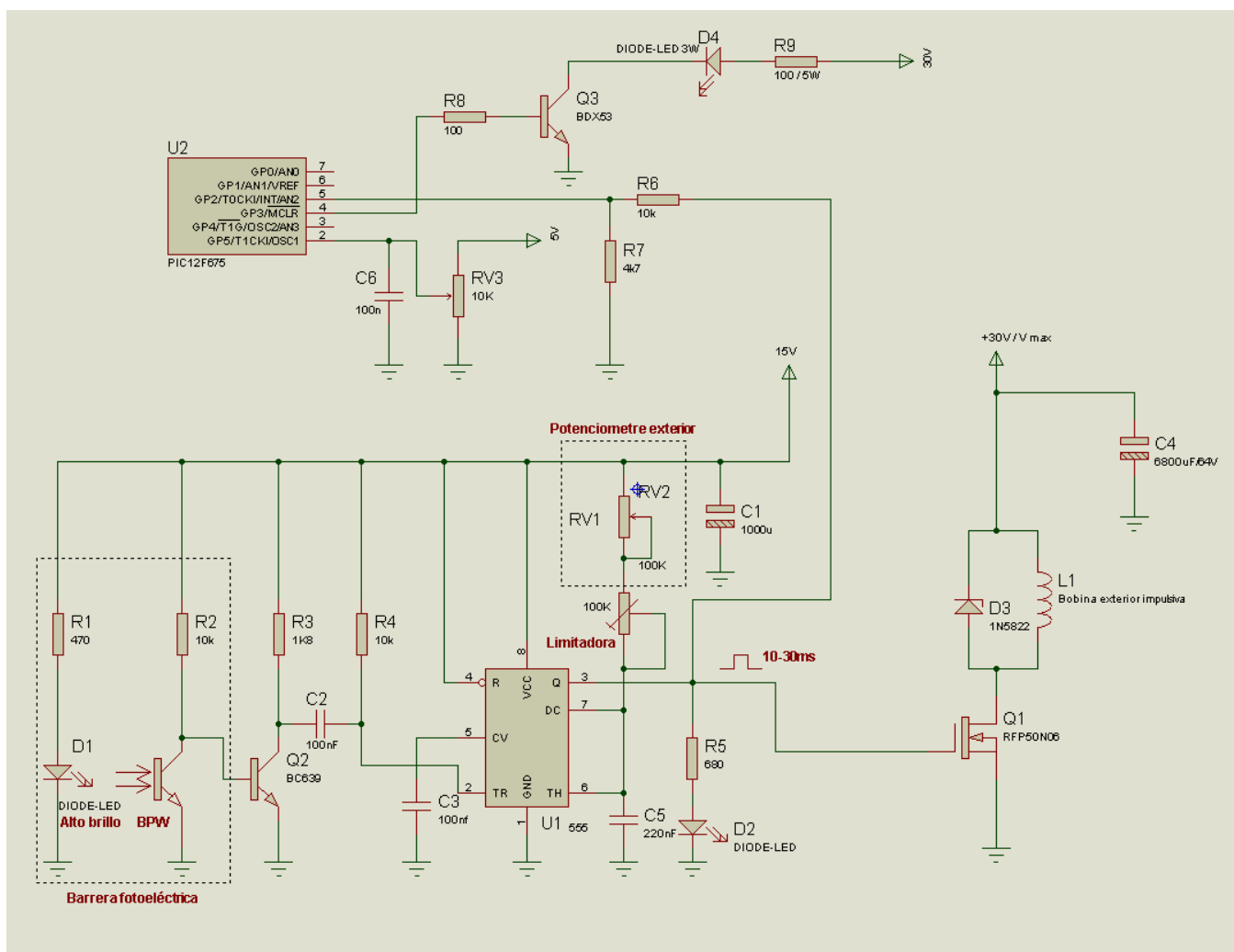


Fig.5

¿Detección de partículas?

Todo acelerador que se precie tiene que tener un detector. Para analizar las colisiones y sus efectos.

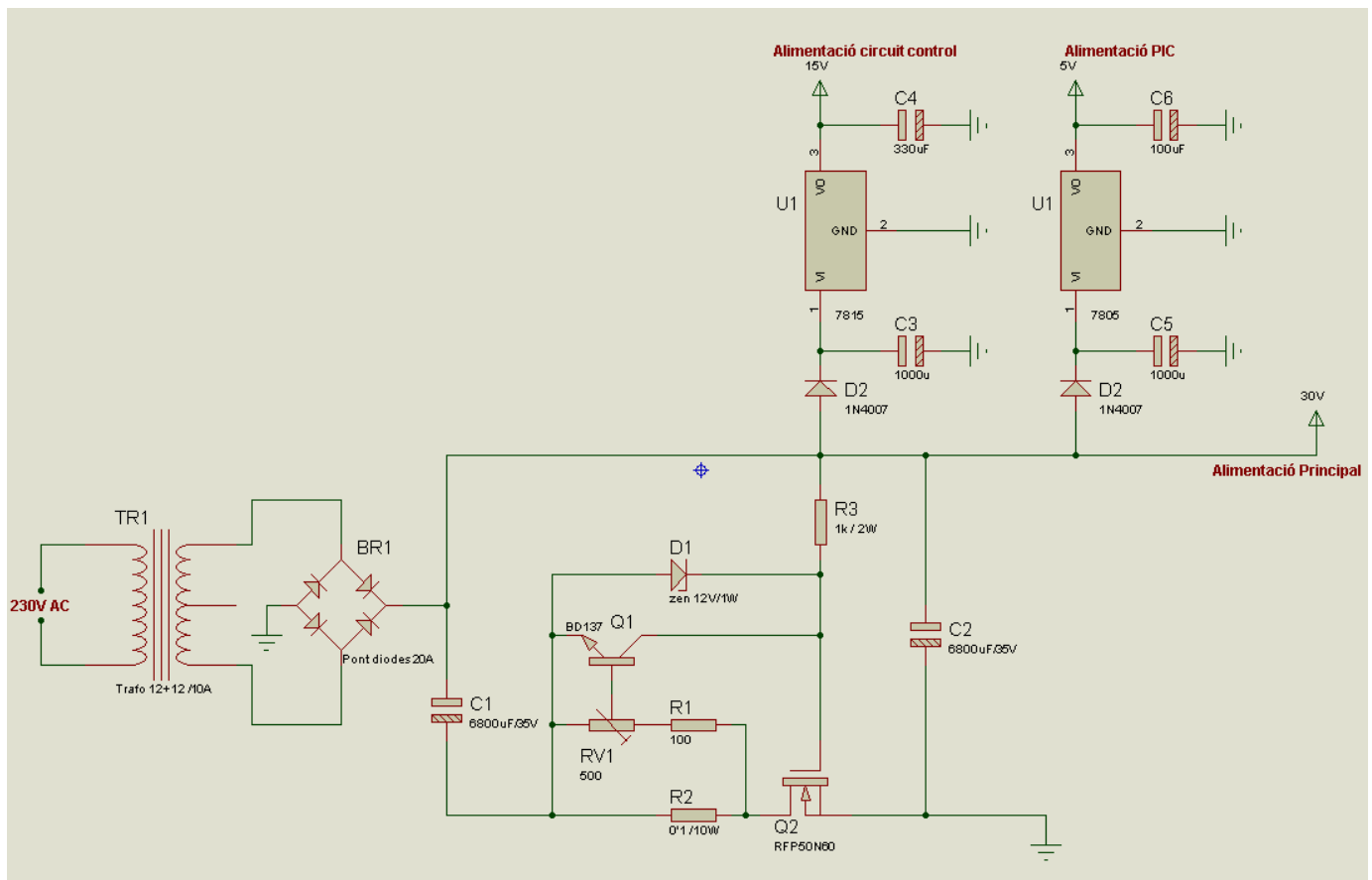
En este modesto proyecto no se produce ninguna colisión ni partícula subatómica, pero para aproximar dicho efecto hemos incorporado un LED de alta potencia sincronizado con la barrera de luz. Con todo ello conseguimos un efecto ESTROBOSCOPICO que nos hace ver como si la esfera **estuviera parada** al paso por ese punto concreto. Curioso, no iii.

Para dicho control se encarga el chip **PIC12F675** junto con los componentes auxiliares de la parte superior del esquema (fig5).

¿Cuánta energía necesitamos?

Estamos proyectando un artilugio a pequeña escala, pero que absorberá una energía considerable a pesar de su tamaño. No es fácil conseguir una velocidad digna de la esfera, para ello el impulso electromagnético a aplicar es de cierta envergadura. Hechas las pruebas correspondientes hemos obtenido buenos resultados aplicando impulsos de 30A /24V sobre cada bobina.

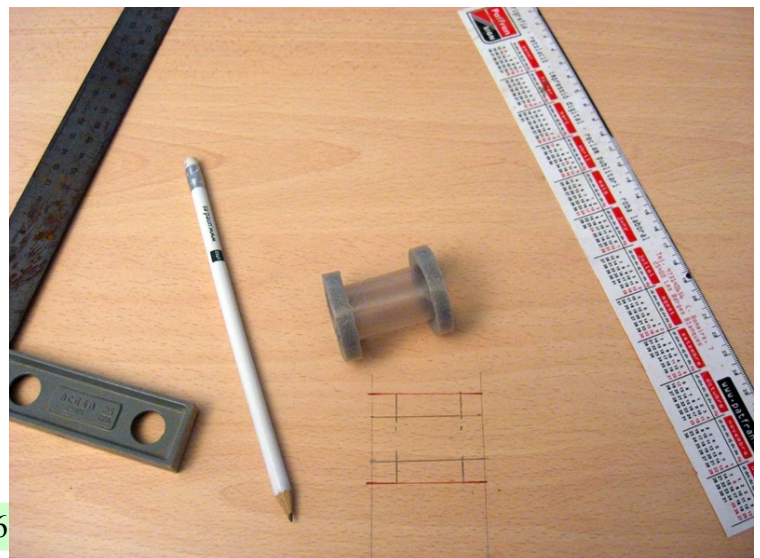
Fabricar una fuente de estas características no es pan comido, para ello hemos utilizado un transformador 12V + 12V / 10A que carga unos grandes condensadores de 6800uF/35V, gracias a ellos podemos almacenar la suficiente energía que aplicaremos sobre las bobinas. Ver fig.6



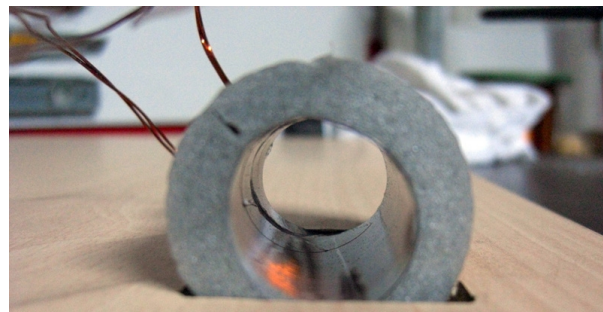
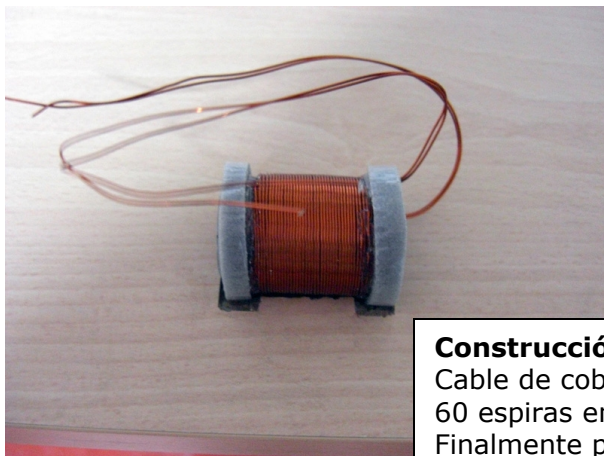
Construcción de la maqueta

1.- Hemos hecho un esbozo a mano alzada para distribuir los diferentes elementos que formaran parte de este proyecto.

2.- Sobre un tablero de madera de 80 x 60 cm hemos ubicado los diferentes componentes del proyecto.



3.- Se han encajado las bobinas para que su interior quede a ras de la madera, así el conjunto tubo de plástico-bobina quedará a nivel mejorando el deslizamiento de la esfera.

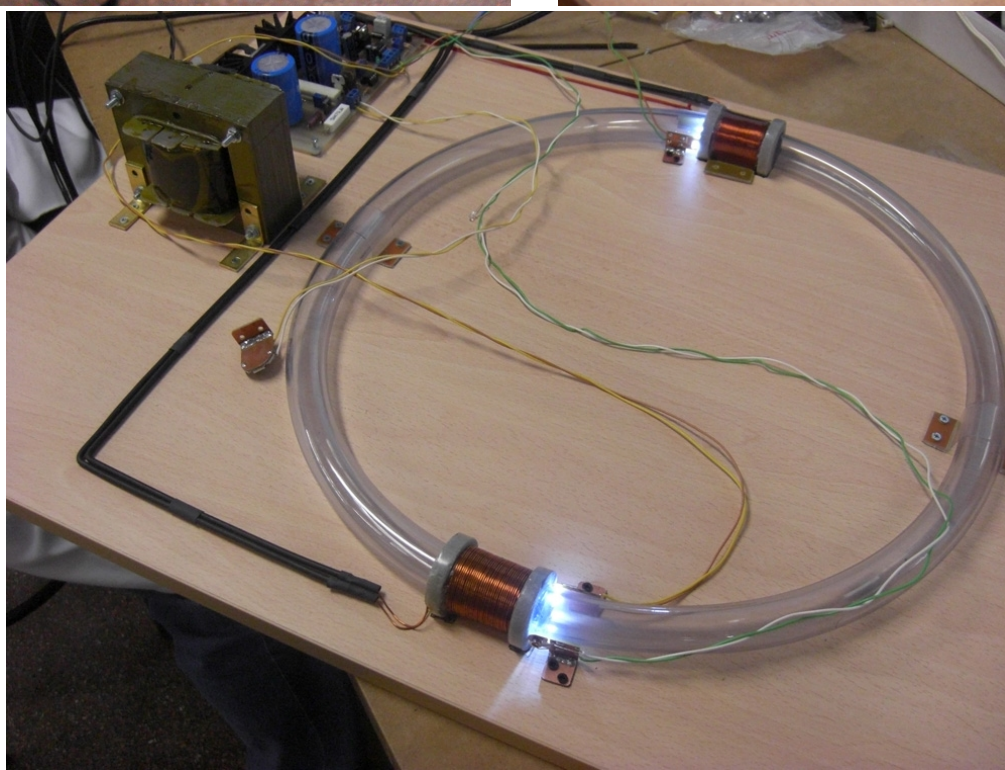
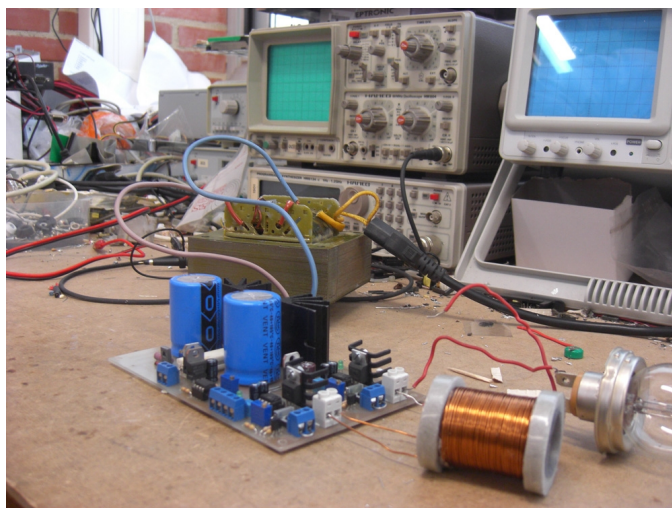
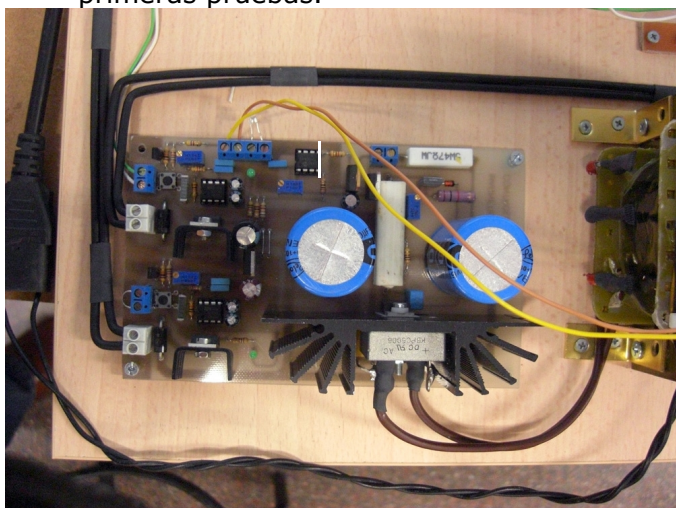
**Construcción de la bobina final:**

Cable de cobre esmaltado de 1mm de diámetro.

60 espiras en dos capas de grosor (30 espiras por capa).

Finalmente pusimos un pequeño ventilador para refrigerar

4.- Hecha la electrónica de control junto con la fuente de alimentación realizamos las primeras pruebas.



<i>Acelerador de partículas "Maqueta educativa".</i>	<i>III Concurso de divulgación CPAN.</i>
<i>Autores: Albert Pujol & Celestí Capell</i>	<i>Modalidad: Experimentos y/o Demostraciones</i>

Materiales necesarios. estimación del presupuesto.

Acelerador en acción

Para realizar este proyecto se han utilizado materiales fáciles de encontrar, la parte mecánica se puede adquirir en cualquier ferretería y los materiales electrónicos hay que conseguirlos en tiendas especializadas o bien por Internet. Los precios son aproximados, pueden variar de una tienda a otra.

Presupuesto aproximado

Concepto	Precio
Tablero de madera tipo "aglomerado" 60x80	5,00 €
1,5m deTubo manguera de agua flexible transparente 20mm	1,80 €
Bola de acero de 12 mm	1,00 €
15m Hilo de cobre esmaltado de 1mm	3,50 €
2 Condensadores 6800uF/35V	8,70 €
Transformador 12 +12V / 10A	52,00 €
Componentes pasivos varios (resistencias, condensadores)	5,00 €
C.I. NE555, 7815, 7805, PIC12F675	4,50 €
Puente diodos de potencia 20A	4,30 €
Diodos LED, Transistores, fototransistor	6,20 €
Placa de circuito impreso virgen fotosensible	7,30 €
Tornillería, cables, regletas de conexión, radiadores electrónica	6,70 €

TOTAL 106,00 €

*** Mucha paciencia + horas extra + constancia en el empeño, hasta conseguir que funcione con solvencia.

Pueden ver el montaje en plena acción, en el siguiente link:

<http://www.youtube.com/watch?v=qOsgRPhIVB8>

Conclusiones

A partir de la magnificencia del más grande experimento científico que se lleva a cabo en el CERN, nace el reto "casero" de instruir didácticamente con una pequeña maqueta fácil de entender.

Llevar a término un proyecto como éste, significa un reto que a su vez te llena de satisfacción cuando empieza a coger forma. La expectación crece y llega a su cenit cuando damos corriente y empieza a funcionar. **GENIAL** iii.

Los dos profesores que hemos construido dicho artilugio pretendemos aportar, nuestro grano de arena, en facilitar el aprendizaje de ciertos conceptos técnico-científicos difíciles de comprender mediante otros métodos.

Nos sentimos orgullosos viendo expresiones de concentración y admiración cuando exponemos maquetas como ésta, delante de nuestros alumnos o en alguna exposición.