

UNIVERSIDAD NACIONAL
FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS
CONSEJO CENTRAL DE POSGRADO
ESCUELA DE LITERATURA Y CIENCIAS DEL LENGUAJE
MAESTRÍA EN TRADUCCIÓN (INGLÉS-ESPAÑOL)

**EXPLORATORIUM COOKBOOK I:
A CONSTRUCTION MANUAL FOR EXPLORATORIUM EXHIBITS,**

DE RAYMOND BRUMAN

Traducción e Informe de Investigación

VANESSA DURÁN CAMPOS

2003

La traducción que se presenta en este tomo se ha realizado para cumplir con el requisito curricular de obtener el grado académico en el Plan de Maestría en Traducción (Inglés-Español), de la Universidad Nacional.

Ni la Escuela de Literatura y Ciencias del Lenguaje de la Universidad Nacional, ni la traductora, tendrán ninguna responsabilidad en el uso posterior que de la versión traducida se haga, incluida su publicación.

Corresponderá a quien desee publicar esa versión gestionar ante las entidades pertinentes la autorización para su uso y comercialización, sin perjuicio del derecho de propiedad intelectual del que es depositaria la traductora. En cualquiera de los casos, todo uso que se haga del texto y de su traducción deberá atenerse a los alcances de la Ley de Derechos de Autor y Derechos Conexos, vigente en Costa Rica.

Dedicatoria

Este trabajo está dedicado con todo mi cariño a mi padre Juan Rafael Durán Fallas y a mi madre Bertha Campos Vargas por el amor, la paciencia y el apoyo incondicional que me ofrecieron a lo largo de toda mi vida como estudiante.

Agradecimientos

Mi más profundo agradecimiento a mi profesora guía Margarita Novo y a mi profesora lectora Magali Chaves por sus valiosos consejos y su ayuda para la elaboración de este Informe, a Sherry Gapper por su admirable dedicación y entrega hacia su trabajo y hacia sus estudiantes, a Carlos Monge por su paciencia y buen sentido del humor en sus clases y a todos los profesores de la Maestría en Traducción por haberme transmitido sus brillantes conocimientos durante las lecciones.

Les agradezco también a quienes me guiaron desinteresadamente en la traducción como fuentes bibliográficas indispensables: Andrés Brenes, Mario Arias y Jorge Tamez.

A mis padres Juan Rafael Durán y Bertha Campos porque sin ellos mi paso por la universidad hubiese sido muy difícil.

Finalmente les doy las gracias a mi novio, a mis familiares y a mis amigos más cercanos, porque siempre estuvieron conmigo y porque de una manera u otra me ayudaron a salir adelante.

Índice general

Resumen	vi
I. Traducción	1
II. Informe de investigación	72
Introducción	73
Capítulo I: Generalidades	79
Capítulo II: La forma y el estilo del texto de Bruman	93
Capítulo III: El proceso de traducción de algunos de los tecnicismos encontrados en el texto original	112
Conclusiones y recomendaciones finales	127
Bibliografía	134
III. Texto Original.....	136
IV. Anexos	

Resumen

Este trabajo se realizó en los Seminarios de Traductología de la Maestría en Traducción (Inglés-Español) como Proyecto de Graduación. En su primera parte, incluye la traducción del manual *Exploratorium Cookbook I: A Construction Manual for Exploratorium Exhibits*¹, un texto escrito originalmente en inglés, de naturaleza técnica, cuyos campos principales son la electrónica y el magnetismo. Su contenido muestra las instrucciones que seguir para la construcción de aparatos con los cuales realizar experimentos. La segunda parte, el Informe de Investigación, se divide en tres secciones: el ‘Capítulo I: Generalidades’ describe en detalle el texto original y se refiere también a las características del texto traducido ofreciéndole al lector la información necesaria para facilitarle su comprensión del contenido general del Informe; el ‘Capítulo II: La forma y el estilo del texto de Bruman’ analiza éstos dos aspectos en el TO y corrige las inconsistencias halladas, y el ‘Capítulo III: El proceso de traducción de algunos de los tecnicismos encontrados en el TO’ describe y compara los métodos y las técnicas que se emplearon para la traducción de cada uno de los términos seleccionados.

Este trabajo rescata la importancia no solo de la **precisión** léxica en la traducción técnica, sino también de la **estilística** general del texto traducido. Se resalta que tanto el **mensaje** como la **forma** y el **estilo** son aspectos que se deben tener en cuenta en la traducción y que prestarles cuidado a estos aspectos puede contribuir con la calidad de la versión traducida que puede incluso superar la del original.

Descriptores: traducción técnica, estilo, electrónica, magnetismo.

¹ Raymond Bruman, *Exploratorium Cookbook I: A Construction Manual for Exploratorium Exhibits*. Vol. 1. (San Fco.: The Exploratorium, 1991.)

Texto Traducido

La cuerda floja magnética

Descripción

En este experimento el visitante puede hacer que diferentes varillas de aluminio y de acero atraviesen un campo magnético fijo. El campo no afecta de forma visible la varilla de aluminio, pero las de acero reaccionan imantándose momentáneamente y atrayéndose hacia cada polo del imán. Es difícil sostener la varilla de acero en el centro del campo magnético, equilibrándola entre los dos polos del imán; por esta razón, al experimento se le llama *La cuerda floja magnética*.

Mantener una varilla delgada de acero en el centro del campo magnético es más fácil que hacerlo con una varilla gruesa. Sucede también un efecto interesante cuando el usuario mueve la varilla de acero por el centro del campo magnético hacia una dirección y luego hacia la otra. El punto neutral del campo es más perceptible, tal como si hubiese una masa que la varilla tuviese que atravesar; en realidad, el visitante detecta el punto donde la fuerza del campo cambia de dirección. Este fenómeno se asimila al efecto del límite de la visión, en donde las diferencias en cuanto al brillo son más notables al manifestarse exactamente en el borde.

Además, este experimento puede usarse para mostrar el magnetismo inducido. Una varilla de acero no atrae a otra hasta que una de ellas se sitúe dentro del campo del imán permanente.

Construcción

El aparato de exhibición utiliza un pequeño imán de bocina. Este tipo de imanes se consigue con facilidad en un mercado de excedentes, ya que fueron muy utilizados en radares. Dependiendo de la masa de las varillas utilizadas y del comportamiento de los visitantes, tal vez se considere proteger los polos del imán (en nuestro caso no ha sido necesario). Para nuestro aparato, se colocó una banda de hule debajo del espacio del campo magnético, pues las varillas tienden a golpear aquí.

Las varillas delgadas de acero se doblan, pero las delgadas y de aluminio dan más trabajo, ya que se rompen muy fácilmente. Por eso, utilizamos una pieza plana como varilla de aluminio.

Las varillas que empleamos están unidas al aparato de exhibición por cuerdas de nylon. Los eslabones de los cuales se suspenden las varillas giran para evitar que las cuerdas se enreden. Estos eslabones giratorios son de gran calidad (usados en la marina) y aunque son más costosos que otros, son mucho más duraderos; por lo tanto, vale la pena pagar el costo adicional.

Otros experimentos afines²

MAGNETISMO

El televisor a blanco y negro y el magnetismo. Círculos de magnetismo I. El televisor a color y el magnetismo. Desmagnetizador. El campo magnético de la tierra. Corrientes en espiral. Succión magnética.

² N.T.: En las secciones encabezadas con este subtítulo algunos de los nombres de los experimentos poseen una traducción aproximada, ya que no se contó con la información o el contexto apropiados.

CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS

El electroscopio. El electroscopio gigante.

COORDINACIÓN DE OJO Y MANO

La varilla que se balancea. Dos cajas con varillas. Dos pesas.

Rotulación del aparato

¿Qué hacer y observar?

Trate de sostener una de las varillas en el centro del espacio entre los dos polos del imán. No es tan fácil como parece, especialmente si se hace con la varilla de acero más gruesa.

Junte las dos varillas de acero cuando no estén cerca del imán. Observe que ninguna de las dos está imantada.

Permita que una de las varillas de acero sea atraída hacia uno de los polos del imán, y luego tóquela con la segunda varilla de acero. Observe que la varilla que toca el imán se magnetiza.

¿Puede usted imantar la varilla de aluminio? ¿Se imantará cuando usted la toque con el imán?

¿Qué sucede?

Para el experimento se utiliza un imán permanente hecho de acero especial que retiene el magnetismo.

Las varillas son de acero ordinario y se convierten en imanes al situarse dentro del campo magnético del imán permanente, pero conforme se alejan de él pierden el magnetismo en gran parte. Dado que se comportan como imanes, son

atraídas hacia el polo más próximo del imán permanente. Es difícil moverlas por el centro del espacio entre los polos de este imán, porque el tiempo de reacción del usuario no es rápido. Cuando la varilla está más cerca del polo a su izquierda, un grupo de músculos de su brazo y su mano trata de mantenerla alejada del polo. Pero si ésta se acerca al otro polo aunque sea un poco, el grupo de músculos se relajará y otro grupo empezará a alejarla del polo; esta acción requiere de un pequeño intervalo.

Se podrá sentir esta demora si desplaza la varilla más pequeña hacia atrás y hacia adelante por el centro del espacio.

Receta No. 80

El campo magnético de la tierra

Descripción

El experimento muestra la fuerza y dirección del campo magnético de la tierra, y también enseña que un campo magnético se genera alrededor de un flujo de corriente eléctrica.

En *El campo magnético de la tierra*, la corriente eléctrica fluye a través de una bobina. Esta corriente genera un campo magnético complejo. En el centro de la bobina, sin embargo, el campo es muy uniforme; las líneas de fuerza se dirigen perpendicularmente hacia el plano de la bobina. La bobina está ubicada de modo que las líneas de fuerza centrales apuntan a una dirección casi opuesta al campo magnético de la tierra. En el centro de esta bobina hay una brújula cuya aguja, en un

campo magnético, es forzada a tomar una posición paralela a las líneas del campo. Cuando no hay flujo de corriente en la bobina, la brújula se alinea con el campo magnético de la tierra y apunta al norte magnético. El visitante puede aumentar poco a poco la corriente en la bobina, induciendo un campo que apunta de forma ligera al oeste del sur magnético. Cuando hay suficiente corriente fluyendo en la bobina, el campo magnético de la tierra es pequeño comparado con el de la bobina, y la aguja de la brújula se alinea con el campo de la bobina y apunta ligeramente al oeste del sur.

Asimismo, el aparato de exhibición puede usarse para medir la fuerza del campo magnético de la tierra. Si el campo de la bobina es tan fuerte como el de la tierra, la aguja se coloca en medio de las direcciones de los dos campos (Ver fig. 2). Con los ajustes hechos en la sala de exhibición, esta posición intermedia se ubica justo en el norte del oeste magnético.

La fuerza del campo de la bobina, que solo está balanceando el campo de la tierra, puede calcularse con la ecuación:

$$B = \frac{iN}{2r} \mu_0$$

donde **B** es en gausios (la fuerza del campo),

i es en amperios (la corriente que fluye en la bobina),

N es la cantidad de vueltas en la bobina,

r es en metros (el radio de la bobina),

y

$$\mu_0 = \frac{4\pi \times 10^{-3} \text{ gausios}}{\text{amp} \cdot \text{n}}$$

(la permeabilidad del espacio libre).

Usando estas unidades, entonces

$$B = \frac{iN}{r} (6,28 \times 10^{-3})$$

La bobina de la sala de exhibición es de 80 vueltas de alambre con un radio de 0,1 m aproximadamente, y requiere una corriente de cerca de 0,071 amperios para balancear el campo de la tierra. Esto indica un campo de unos 0,35 gausios, lo cual representa una aproximación aceptable del campo de la tierra, tomando en cuenta las irregularidades locales y los materiales magnéticos en el edificio y los alrededores.

Las medidas oficiales de la intensidad del campo en San Francisco, CA, muestran un componente horizontal de alrededor de 0,24 gausios y un componente vertical de cerca de 0,46 gausios. En 1975, la variación magnética (la verdadera orientación de las agujas de las brújulas) era 16°, 45" este.

Construcción

El aparato de la sala de exhibición se construyó en:

Central Scientific Co.

11222 Melrose Avenue

Franklin Park, Illinois 60131-3626

Teléfono: (800) 262-3626

Sin embargo, parece que *Cenco* y otras casas de suministros educativos están retirando este tipo de aparatos que sirven para mostrar el campo magnético de la tierra. Por lo tanto, es posible que no se disponga más de este aparato en particular.

Construir el aparato no debería ofrecer dificultades inusuales. Una brújula ordinaria de una tienda cualquiera indica el campo magnético de la tierra, y el campo puede ser superado con facilidad por 100 miliamperios de corriente fluyendo alrededor de una bobina con 80 vueltas y 8" (20,32 cm) de diámetro. En caso de que se les permita a los visitantes rotar la bobina, es preferible recordar que las conexiones eléctricas deben instalarse adecuadamente, ya sea evitando que la bobina gire más de 360° o facilitando algún tipo de conexión de anillo corredizo.

La aguja de la brújula responde a la fuerza sumatoria de los vectores de las fuerzas de los dos campos: el de la tierra y el de la bobina. Muchos visitantes no están familiarizados con los vectores y la resolución de fuerzas. No obstante, los dos casos especiales donde los ángulos son iguales y la aguja apunta al medio entre los dos vectores de fuerza no son difíciles de comprender. La figura 2 muestra los dos ajustes del campo de la bobina con respecto al campo de la tierra. El aparato de la sala de exhibición se ajustó según la orientación mostrada a la izquierda, de modo que con la corriente suficientemente alta, se logra que la aguja de la brújula apunte casi en forma directa al opuesto del campo de la tierra.

De hecho, es posible apuntar el campo de la bobina a 180° del campo de la tierra. Dado que el campo de la bobina no es del todo uniforme, la aguja aun encontrará un punto de equilibrio intermedio, entre 90° . Pero los efectos sutiles como

éste se esconden en las imperfecciones generales de la construcción, las cuales son causadas por las anomalías del campo local. Nos ha resultado bien establecer el campo de la bobina ligeramente menor a 180° del campo de la tierra, tal como si los efectos colaterales estuviesen ausentes, y para explicar la exhibición sin mencionarlos.

Críticas y comentarios

En la sala de exhibición, se encerró el aparato en una caja plástica, pero no resultaría difícil abrirla para el público con tal de seguir el patrón del resto del museo. El aparato se presta para una serie de observaciones interesantes: los usuarios pueden apreciar que un campo magnético es inducido por una corriente y que el campo posee una polaridad definida, que su fuerza depende del nivel de corriente (al igual que del radio de la bobina y de la cantidad de vueltas), que un campo magnético similar invade el espacio cercano a la tierra y que los dos campos actúan juntos influenciando la aguja de una brújula con vectores de fuerza adicionales.

Si se construye un aparato donde los visitantes puedan girar la bobina, donde se pueda cambiar el número de vueltas en la bobina que están imantadas, al igual que es posible variar la corriente, los componentes tendrán que ser muy resistentes para soportar la manipulación constante. No podemos dar más consejos específicos porque nuestro aparato está cubierto, a excepción del regulador de corriente.

Un buen complemento para la exhibición sería una muestra de mapas del campo magnético de la tierra. La *United States Coast and Geodetic Survey* elabora cartas de navegación del campo, las cuales muestran siempre la variación magnética

local. La *Defense Mapping Agency* ha publicado dos cartas de navegación de la fuerza del campo: una para el componente horizontal (Carta No. 33) y otra para el componente vertical (Carta No. 36). Ambas son proyecciones mundiales de Mercator de aproximadamente 3' por 4', con isogramas de la misma intensidad de campo, representados en unidades de CGS.

Estas cartas de navegación pueden conseguirse mediante suplidores de equipo marino y de cartas de navegación, como en:

George E. Butler Co.

633 Battery Street

San Francisco, California 94111

Teléfono: (415) 421-8454

Otros experimentos afines

ELECTROMAGNETISMO

Juguete ajustable. La dínamo de margarita. Corrientes en espiral. Efecto generador. Péndulos magnéticos. Succión magnética. Efecto motor. Generador de pedal. Bobina de tesla. Transformador.

CAMPOS MAGNÉTICOS

El televisor a blanco y negro y el magnetismo. Círculos de magnetismo I. Desmagnetizador. La cuerda floja magnética.

Rotulación del aparato

Desconecte la corriente y observe que la aguja de la brújula (la pequeña aguja en forma de diamante, no la larga y puntiaguda) apunta al norte.

Ahora, con la perilla, conecte la corriente y observe que conforme ésta aumenta, la aguja en forma de diamante apunta a una dirección más hacia el oeste.

Cuando el campo magnético creado por la corriente que pasa por la bobina coincide con el campo magnético de la tierra, la brújula apunta al noroeste.

Es posible emplear este instrumento para medir el campo magnético de la tierra, ya que se puede calcular la fuerza del campo magnético producido por cualquier corriente que fluye por los alambres de la bobina.

Receta No. 87

Arena negra

Descripción

Cuando se utilizan un imán grande y algunas libras de arena negra (magnetita) o limaduras de hierro, se notan y se sienten unas líneas de fuerza magnética. La arena sigue estas líneas y forma imágenes del campo magnético. Sin necesidad de ensuciarse las manos, la arena provocará una sensación táctil muy placentera y poco habitual debido a su atracción hacia el imán. También se pueden construir “castillos de arena” magnéticos.

Construcción

Una bandeja grande de 24” x 28” (60,96 cm x 71,12 cm), de las empleadas para fotografías, se atornilla a una mesa. Sobre esta bandeja, se atornilla firmemente un imán por medio de hoyos perforados a través de la mesa y de la bandeja hasta la

base de hierro. Se aumenta a unas 5" (12,70 cm) la distancia entre los polos, con el fin de permitir un mejor acceso al área más fuerte del campo. Este imán de entrehierro se toma de un radar que es parte de una gran cantidad de excedente de guerra. También obtuvimos imanes similares empleados para desviar ondas de partículas (del antiguo Instituto de Tecnología Synchrotron de California). En una playa aledaña, se obtuvo la arena y se le eliminaron las partículas no magnéticas. Este procedimiento se realizó con un electroimán hecho con una barra de hierro y una bobina. Las proporciones de arena negra y de arena común varían según la época: se consigue más arena negra en tiempo de tormenta.

Críticas y comentarios

El tipo de imán utilizado en el aparato de exhibición es difícil de conseguir, dada su escasez. Podría sustituirse con uno de los tipos más recientes de imanes de tierras raras, los cuales son muy poderosos debido a su peso (no hemos estudiado esta posibilidad). La única dificultad con el experimento radica en que la arena tiende a esparcirse alrededor y termina en el piso (por lo que la bandeja necesita rellenarse de vez en cuando). Esto provoca un pequeño desorden y obliga a limpiar el piso con frecuencia (el piso que tenemos es de asfalto, de modo que no se nota mucho). Quizá se pueda hacer una bandeja grande con los bordes altos (prevista para personas en silla de ruedas) con el fin de que atrape la arena que se derrama; de este modo, es posible reciclar la arena al final del día. La bandeja tendría que ser un poco grande (por lo menos de 8' x 8' o su equivalente 2,43 m x 2,43 m) para que atrape más arena.

Cambios y complementos (1990)

Hemos colocado un tipo de repisa alrededor del interior de la bandeja que ayuda a mantener la arena dentro. Pero hay que ser prevenido y no ubicar el aparato de exhibición cerca de computadoras, acuarios y experimentos de electrónica que se pudieran dañar con la arena ferruginosa.

Si no es posible conseguir arena negra, David Sprankle, del Museo de Historia y Ciencia de Louisville, informa exitosamente el uso de los balines de acero utilizados en la limpieza a chorro de arena. Sprankle usó el tamaño más pequeño disponible y afirma que la sensación del balín de acero es diferente a la de la arena, pero parece funcionar bien. Nosotros no lo hemos comprobado.

Otros experimentos afines

CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS

Círculos de magnetismo I, II, III, IV

IMÁN PERMANENTE

Líneas de fuerza magnética

Rotulación del aparato

La arena se recolectó en Ocean Beach con un fuerte imán.

¡Mantenga los relojes y tarjetas magnéticas lejos del imán grande!

Bombillos y baterías

Descripción

Este aparato permite que los usuarios experimenten con circuitos eléctricos al construir circuitos simples de acuerdo con su propio diseño. Se suministra un cable aislado con el alambre expuesto en cada punta para hacer las conexiones entre varias piezas de equipo eléctrico, las cuales están colocadas bajo una lámina plástica transparente con sus terminales incrustadas en ella. En los gráficos se muestran circuitos a manera de ejemplo para que la persona los imite. También se le estimula para que experimente con sus propias ideas y descubra si funcionan.

Construcción

El aparato de exhibición se divide en seis estaciones de trabajo: tres a cada lado de la mesa. Cada estación posee diferentes dispositivos con los cuales trabajar (ver detalle), cuatro estaciones tienen baterías para la energía; y las otras dos, un generador de arranque manual. El tipo de batería que consideramos más apropiado para el experimento es la batería con celdas de gel de 6v. Dos de las estaciones cuentan con dos de estas baterías cada una (para un total de 12v si se instalan en serie) y las otras estaciones, una batería cada una. Las baterías siempre se conectan a un cargador en “fluctuación” para que no se descarguen fácilmente. Una luz piloto en el exterior del aparato de exhibición le advierte al personal cuando el aparato está desconectado y el cargador no está cargando.

Los generadores manuales empleados para los experimentos se tomaron de material excedente y son del tipo que hacen sonar una campanilla, (utilizados en sistemas telefónicos). Los fabrica la *Kellogg Switchboard and Supply Co.*, una división de *IT&T*, y tienen la especificación: “No. G-42A/PT”. Estos generadores poseen un regulador de voltaje de 60v, ubicado dentro del aparato, que desvía la salida para que las personas no reciban un choque eléctrico en caso de que hagan contacto con el generador.

Los compartimientos entre las estaciones proporcionan un área de almacenaje para los cables de 12” (30,48 cm) de longitud, con las puntas expuestas y estañadas. Más o menos doce cables por compartimiento son suficientes para darle cabida aun al proyecto de instalación eléctrica más ambicioso. El cable en existencia se almacena dentro del aparato de exhibición en un compartimiento cerrado.

A continuación se ofrece una lista de dispositivos encontrados en el aparato de exhibición, junto con las modificaciones que se les han hecho para darle más transparencia al funcionamiento.

1. Interruptores en circuito operados manualmente (con vista de corte para mostrar el funcionamiento interno). Evitan cortos circuitos directos en las baterías y protegen a la gente de los cables calientes en caso de que ocurra un corto circuito.
2. Bombillos incandescentes (6 y 12 voltios según corresponda).
3. Claves telegráficas
4. Interruptor de pared (con vista de corte)

5. Motores (devanado en serie de 24 voltios con el eje incrustado en el plástico y un botón montado en éste).
6. Campanilla telefónica (solo si se dispone de un generador manual).
7. Motores de relojes sincrónicos (solo si se dispone de un generador manual).
8. Resistores de barras de carbón (minas de lápiz cuadrado de $\frac{1}{4}$ " de espesor, son minas 2B No. 2205 *Kohinoor Hardtmuth*). Tienen una resistencia de 1,5 ohmios por mina de lápiz, y se conectan dos en serie para obtener una resistencia de 3 ohmios. La gente desplaza el cable hacia arriba y hacia abajo de la mina para contar con un resistor "variable".
9. Un medidor común hecho de una brújula cubierta con una vuelta de alambre grueso. Un bombillo proyector tipo FDV se conecta en serie con la bobina para que actúe como resistor de balastro en caso de que el medidor se conecte directamente a la batería.

Las terminales incrustadas en el plástico están hechas de un resorte de acero inoxidable. Éste tiene un diámetro externo de 0,315" (8 mm), está hecho de un alambre de 0,044" (1,11 mm), y tiene un paso de 23 vueltas por pulgada. Al plástico de $\frac{1}{4}$ " (6,35 mm) de espesor primero se le fabrica la rosca con un macho de 8 mm de diámetro x 0,075 hilos por milímetro. Posteriormente, el resorte de 1,5" (3,81 cm) de longitud se atornilla en este hoyo, y un tornillo de $\frac{1}{4}$ " x 20" (6,35 mm x 50,8 cm) se atornilla desde el fondo con una agarradera de soldar adjunta (queda bien asegurado). Un tornillo allen de $\frac{1}{4}$ " x 20" (6,35 mm x 50,8 cm) de $\frac{3}{4}$ " de longitud se atornilla en la parte superior del resorte para darle rigidez. Para insertar un alambre,

el resorte se dobla hacia atrás y se inserta el alambre dentro de la espiral del resorte. Este método ha funcionado muy bien y es muy duradero.

Críticas y comentarios

Los niños emprendedores algunas veces se dan cuenta de que pueden conectar en serie varias baterías del aparato de exhibición y hacer que los motores giren más rápido y que los bombillos brillen al máximo (ocurre solo por un rato, pues luego se queman). Esta situación no se da con frecuencia y, dado que puede ser educativo para el usuario, decidimos no hacer nada al respecto, simplemente se cambian los bombillos cuando es necesario.

Cambios y complementos (1990)

Nos dimos cuenta de que pelar y estañar los alambres para la realización de este experimento resultaba un trabajo pesado, por lo que colocamos una peladora de cable arriba del aparato de exhibición para que los visitantes realicen esta tarea cuando lo necesiten.

Otros experimentos afines

Circuito Paralelo en Serie. Generador de Motor de CD I y II. Generador de Arranque Manual.

Rotulación del aparato

Los gráficos incluyen seis circuitos a manera de ejemplo, uno para cada estación de trabajo, con algunos diagramas que muestran el modo de conectar los cables.

Círculos de magnetismo I

Descripción

Círculos de magnetismo muestra el campo magnético alrededor de un cable por donde fluye una gran cantidad de corriente. El “cable” utilizado es una varilla de cobre con 1” (2,54 cm) de diámetro por donde fluyen 350 amperios. De esta manera, el campo magnético creado provoca que las brújulas, montadas sobre una mesa que rodea el cable, se alineen con respecto al campo, hasta una distancia de 18” (45,72 cm) del cable.

Construcción

Una varilla de cobre de 96” (2,43 m) de longitud y 1” (2,54 cm) de diámetro se coloca verticalmente atravesando el centro de una mesa redonda de madera. En cada uno de los extremos de la varilla se suelda un cable de alta capacidad (350 MCM tipo THW) que va hasta la fuente de energía. La conexión inferior se instala extendiéndola por el piso, junto con los cables del botón de encendido, protegida por una cubierta aislante hacia la fuente de energía. La corriente de 350 amperios es producida por un transformador de corriente Westinghouse, de tipo CT-5, con un radio de corriente de 300 a 5. A la corriente alterna se le realiza una rectificación de semiciclos (de la mitad de su onda) con dos grandes diodos de 200 amperios colocados sobre bandas de cobre cortadas y dobladas, que actúan como colectores de calor. Un ventilador fuerza aire dentro de este colector para mantenerlo lo más frío posible, y prevenir el sobrecalentamiento.

La mesa con las brújulas mide unas 42" (1,06 m) de altura y está colocada casi a la mitad de la varilla (importante para la uniformidad del campo). Esta mesa de 36" (91,44 cm) de diámetro posee un disco de Plexiglas® de ¼" (6,35 mm) de grosor, la cual dispone de cuatro círculos de brújulas de agua. El disco gira libremente alrededor de la varilla y sobre otra pieza plástica de color blanco de ¼" (6,35 mm). Este diseño le permite al visitante sacudir las agujas de las brújulas antes de usarlas. Las brújulas llenas de agua se utilizan porque proveen un movimiento suave y son duraderas. Debido a la altura de la mesa, se incorpora una grada en la base para uso de los niños. El botón que activa la corriente se coloca en el borde de la mesa.

Críticas y comentarios

El aparato de exhibición funciona muy bien a excepción del disco con las brújulas, porque es un poco difícil hacerlo girar dada la posición que mantiene. El botón de encendido debe rotularse de manera llamativa.

Hemos construido otros aparatos usando el mismo tipo de transformadores de corriente de alta tensión. Uno de ellos muestra el campo magnético alrededor y dentro de una bobina solenoide (hecha de tubería de cobre), mientras que el otro muestra la fuerza entre dos cables largos (12 pies o su equivalente 3,65 m) que transportan grandes cantidades de corriente (1000 amperios) en direcciones iguales y opuestas (los conductores se hicieron del cable flexible usado para las soldaduras de arcos voltaicos).

Cambios y complementos (1990)

Con el tiempo, las brújulas dejan de funcionar porque sus pivotes se desgastan. El reemplazo de las brújulas consume mucho tiempo; nosotros lo hacemos cada seis meses más o menos.

Desdichadamente, el aparato de exhibición no es accesible para personas en silla de ruedas.

Otros experimentos afines

FUERZAS ELECTROMAGNÉTICAS

El campo magnético de la tierra. Círculos de magnetismo II, III y IV.

Rotulación del aparato

¿Qué hacer y observar?

Gire lentamente la parte superior de la mesa y observe que las agujas de las brújulas siempre apuntan al norte. Algunas de estas agujas podrían haberse desmagnetado y apuntan a alguna otra dirección. Nosotros le damos mantenimiento periódico al aparato de exhibición volviendo a imantar las agujas.

Pulse el botón localizado cerca del borde de la mesa. Esto provocará que la corriente eléctrica fluya por el cable grande ubicado en el centro. Observe que ahora las agujas de las brújulas forman círculos alrededor de este cable central.

Si gira la parte superior de la mesa, las agujas continuarán “persiguiéndose” entre sí alrededor de los círculos.

¿Qué sucede?

Las agujas de las brújulas simplemente son pequeños imanes. Cuando no hay otros imanes cerca, las agujas solo serán atraídas por el campo magnético de la tierra. La gran cantidad de corriente eléctrica que fluye por el cable crea un campo magnético mucho más fuerte que el de la tierra. Este nuevo campo es perpendicular al flujo de corriente en el cable. La fuerza magnética actúa en una dirección circular alrededor del cable, y esta fuerza es mayor conforme la cercanía del cable.

Receta No. 90

El electroscopio gigante

Descripción

El electroscopio gigante permite llevar a cabo una variedad de experimentos y actividades con cargas eléctricas. Un electroscopio común usa pequeñas láminas de oro (o fibras microscópicas de cuarzo), mientras que esta versión utiliza largos lazos de fibra que se separan a medida que se van cargando. El aparato de exhibición también les permite a los usuarios experimentar pequeñas cargas eléctricas, cargándose y descargándose a sí mismos con la fuente de energía proporcionada.

Construcción

El electroscopio está dentro de una caja cuyas partes superior e inferior, así como sus lados, son de chapa metálica galvanizada, la sección trasera es de madera (masonite) y el frente, de Plexiglas®. Esta superficie frontal tiene un cable conectado a tierra a la caja metálica y que va en zigzag desde arriba hasta abajo por la

superficie interna, la cual actúa como escudo electrostático, en caso de que alguien intente cargar el plástico frotándolo.

Las “láminas de oro” de este electroscopio están hechas de fibra grafitada que cuelga formando dos lazos, uno dentro del otro. Para grafitar la fibra (de poliéster enrollado, tamaño 50), se le aplica una capa muy ligera de ácido en pasta para soldar. Si la capa es muy gruesa, las fibras resultan muy pesadas para separarse cuando se carguen. Este recubrimiento proporciona una capa conductora pegajosa en la que después se frota el grafito. Posteriormente, las fibras se cuelgan en el electroscopio y se les revisa su continuidad conectando a tierra un extremo y usando la fuente de energía y un microamperímetro para revisar la conductividad a lo largo de la fibra. Se les aplica más grafito a las áreas que carecen de conductividad para que la fibra sea uniformemente conductora en toda su extensión. Si esto no se hace, aparecerán zonas sin carga que tenderán a torcer las fibras cuando éstas traten de apartarse.

Las fibras cuelgan de una varilla metálica colocada en la parte superior de la caja con aisladores de teflón. Un cable conectado a esta varilla baja por el frente de la caja en aisladores de teflón hasta una lámina de chapa metálica galvanizada de 12” x 12” (30,48 cm x 30,48 cm). Esta lámina está colocada sobre unos pies aisladores hechos de tubería de PVC, y está atornillada a la mesa. También se sujeta a la mesa una lámina similar de 12” x 12” (30,48 cm x 30,48 cm), ubicada a 2” (5,08 cm) de la lámina con carga y puesta a tierra para formar un capacitor.

La fuente de energía consta de un transformador y rectificador de alto voltaje que proporcionan 2500 voltios de CD. Un resistor en serie limita la corriente a 15

microamperios. El usuario puede ajustar el voltaje de 0 a 2500 voltios. El lado caliente de la fuente de energía sale por un trozo de cable de prueba con un enchufe macho tipo banano en su extremo, el cual se inserta a un enchufe hembra tipo banano ubicado en la lámina con carga. Los medidores indican el voltaje y la corriente consumida. El voltaje y la corriente pueden percibirse como una pequeña sacudida eléctrica, y se le alienta al usuario para que experimente con este aspecto que ofrece el aparato de exhibición (el visitante se para sobre una alfombra aisladora de hule grueso frente al aparato).

Se proporciona una lámina de teflón de $\frac{1}{8}$ " (3,1 mm) para electrizar y comparar las cargas en el momento en que se acerca a la lámina con corriente, y se observa el electroscopio. También se provee una esfera de aluminio con aproximadamente 1,5" (3,81 cm) de diámetro en una barra plástica aisladora. Esta esfera se emplea para cargar y descargar el electroscopio en pocos pasos cuando se toca repetidamente la lámina electrizada y, después, la lámina conectada a tierra (con el cable de carga desconectado), eliminando en cada oportunidad una pequeña carga (en realidad, una cantidad decreciente en forma exponencial).

Críticas y comentarios

El aparato de exhibición no es problemático; solo hay que limpiarle el "polvo conductor" de vez en cuando.

Otros experimentos afines

CAMPOS ELÉCTRICOS Y FUERZAS

Fotoelectricidad. Positivos y negativos.

POTENCIAL ELÉCTRICO

Motor Franklin. Dos placas. Positivos y negativos.

BLINDAJE ELÉCTRICO

Fotoelectricidad

Rotulación del aparato

Los efectos de este experimento se basan en el hecho de que las cargas eléctricas similares se repelen y las cargas opuestas se atraen: – repele –, + repele +, pero – atrae +.

¿Qué hacer y observar?

Aumente el voltaje al máximo de 2500 voltios (25 en el medidor).

Inserte el enchufe rojo dentro del botón del mismo color situado en la lámina izquierda. Observe las dos fibras en lazo dentro de la vitrina al frente suyo.

Fíjese que la carga eléctrica en los dos lazos que forman las fibras, los fuerzan a apartarse.

Disminuya y aumente el voltaje y observe que la distancia entre las dos fibras depende de la electricidad administrada a ellas mediante el voltaje.

Con el voltaje al máximo en la lámina, desconecte el cable rojo. Observe que la carga permanece en la lámina y esta carga puede eliminarla tocando la lámina. También, después de electrificar la lámina, se podrá descargar poco a poco al tocar alternativamente la lámina cargada y la lámina conectada a tierra con la esfera de aluminio aislada que cuelga frente al aparato de exhibición. Fíjese que mientras elimina la corriente de la lámina, ambos lazos de fibra se juntan en forma gradual.

Con el máximo del voltaje, puede suministrarle corriente a la lámina y a la fibra al tocar de forma alterna el extremo del cable y la lámina con la esfera de aluminio.

Con las láminas y las fibras electrizadas por completo y el cable rojo desconectado de la lámina, cargue la lámina blanca de teflón, frotándola bien en el cabello o la ropa.

Acerque el teflón cargado a la lámina electrizada y observe que las fibras se juntan. El teflón frotado es negativo (-) y la lámina es positiva (+). El teflón electrizado repele algunas cargas negativas de las fibras y, por lo tanto, reduce la fuerza con la que los dos lazos se mantienen alejados el uno del otro.

Con la lámina descargada y el cable con el máximo voltaje, observe el miliamperímetro atentamente mientras toca la lámina con el extremo del cable. Observe que una corriente pequeña fluye durante un momento mientras se están cargando las láminas.

Una pequeña sacudida

Con el máximo voltaje y el cable conectado, toque con el dedo la lámina electrizada y luego toque con otro dedo de la misma mano la lámina conectada a tierra. Sentirá una pequeña sacudida mientras la carga eléctrica fluye por los dedos hasta la lámina conectada a tierra.

Cuando usted está ubicado sobre la alfombra, observe el medidor mientras toca con un dedo la lámina cargada. Verá un incremento momentáneo en el instante en que la corriente recorre su cuerpo. Después, cuando toque la lámina conectada a tierra, un flujo de corriente muy pequeño y constante correrá por los dedos.

Manos que funcionan como baterías

Descripción

El contacto de la humedad salada de las manos del visitante con las láminas de cobre y aluminio crea una reacción electroquímica que provoca una corriente pequeña, la cual se registra en un medidor. Los cables entre las láminas y el medidor se colocan sobre la mesa para mostrar claramente las interconexiones.

Construcción

Se atornillan al sobre de la mesa cuatro láminas metálicas, y los cables (con terminales en los extremos para facilitar la conexión) se conectan de las láminas al medidor y se sujetan mediante abrazaderas a lo largo de la mesa. Dos de las láminas son de aluminio y las otras dos, de cobre, fijadas junto con los cables como lo muestra la ilustración. El medidor es de 200 microamperios y con el cero en el centro de la escala. Esta última característica es importante para observar que la corriente fluye en ambas direcciones.

Críticas y comentarios

La exhibición es muy popular, y dado su continuo uso, de vez en cuando los cables se desprenden; en cuyo caso se deben reparar o sustituir. Además, las láminas tienden a ensuciarse y corroerse si no se usa el aparato de exhibición, por lo que se deben limpiar con lana de acero (el ambiente aquí es húmedo).

Otros experimentos afines

EFFECTO ELECTROQUÍMICO

Separando el agua

Rotulación del aparato

¿Qué hacer y observar?

Apoye la mano izquierda sobre la lámina de aluminio y la derecha, sobre la lámina de cobre. Observará en el medidor que fluye una corriente eléctrica.

Trate de realizar diversas combinaciones, tal como cobre y aluminio, cobre y cobre, etc. Para obtener indicaciones claras en el medidor, frote las láminas con las manos. Hágalo también humedeciéndose las manos con el aliento. ¿Sufre alguna reacción la corriente en el medidor?

Experimente tocando las láminas de cobre y aluminio al mismo tiempo con un dedo de cada mano, luego con dos dedos, con tres, etc.

Pídale a alguien que apoye una mano sobre la lámina de cobre, y que otra persona haga lo mismo sobre la lámina de aluminio, y después unan las manos que están libres.

¿Qué sucede?

Su cuerpo actúa como el ácido de una batería. Ocurre una reacción química diferente cuando su mano, ligeramente húmeda y salada, toca la lámina de cobre y en el momento en que entra en contacto con la de aluminio. Una de estas reacciones toma la carga eléctrica del cobre, y la otra, le proporciona la carga a la lámina de aluminio. Después, el exceso de cargas eléctricas en esta lámina fluye a través del

medidor y, posteriormente, regresa a la lámina de cobre para igualar la carga que hace falta ahí. Al mismo tiempo, las cargas adicionales que se han acumulado en una mano fluyen a través del cuerpo hasta llegar a la otra mano.

La corriente es tan pequeña que no se percibe. Esto sucede porque la piel, sobre todo cuando está seca, resiste el flujo de corriente. La energía que mantiene la corriente viene de la reacción química entre los metales y los fluidos del cuerpo.

Receta No. 92

Líneas de fuerza magnética

Descripción

Es posible explorar el misterioso campo que rodea a un imán grande de entrehierro, usando un cilindro plástico transparente relleno de arena magnética o un bloque plástico de esferas móviles del mismo material con varillas de acero incrustadas, las cuales provocan que las esferas “sigan” el campo magnético.

Construcción

Se atornilla con firmeza el imán (típico imán de radar de la Segunda Guerra Mundial) a una tabla trasera de madera que a la vez servirá para sostener la rotulación del aparato. Esta tabla se monta sobre una base bien pesada para prevenir que el aparato se venga abajo (un imán tan pesado cuando cae sobre los pies causa mucho dolor). Tanto el cilindro de arena negra (magnetita recolectada en una playa aledaña o limaduras de hierro utilizadas como sustituto de la arena en

caso de que ésta no se consiga) como el bloque de esferas cuelgan de la tabla trasera mediante cables de acero inoxidable.

El cilindro (el nuestro es de 4" (10,16 cm) de longitud y 2,75" (6,98 cm) de diámetro exterior) debe construirse de manera que se ajuste dentro del espacio entre los polos del imán. El cilindro está hecho de tubería de Plexiglas[®], con una pared de 1/8" (3,1 mm). Las partes superior e inferior se cortaron de una lámina de Plexiglas[®] de 1/4" (6,35 mm) para el diámetro exterior del tubo; con la ayuda de una máquina se hace en cada disco un escalón para ajustarlo dentro del tubo. Uno de los extremos se pega con cemento de contacto. El tubo se rellena con arena negra a una altura de 3/4" y, posteriormente, se pega el otro extremo. Una agarradera plástica se fija con cemento al lado del cilindro y se sujeta al cable de acero.

El bloque de esferas es un "emparedado" constituido por una serie de capas de Plexiglas[®] que rodea las esferas (ver diagrama específico). Todo el ensamblaje se fija con cemento solvente (procure no derramar pegamento en la cámara de las esferas). Estas esferas se obtuvieron en una compañía de plásticos y son de 1/2" (1,27 cm) de diámetro. Se taladraron hoyos de 1/16" (1,5 mm) a través del centro de estas esferas y después se introdujeron en ellos piecitas ligeramente plegadas de varillas soldadas de acero de 1/16" (1,5 mm). Antes de rellenar la cámara con aceite mineral, el bloque debe recocerse al horno durante 12 horas a 82° C (175° F). Este proceso incrementa la fuerza del bloque por un factor de dos. Después la cámara se rellena por medio de un canal de drenaje previamente taladrado a un lado del bloque. Este canal se sella con la ayuda de un tornillo de nylon roscado en el hoyo.

Críticas y comentarios

Una eventual dificultad al construir el aparato de exhibición sería dar con el imán. Este imán de radar se podría sustituir por uno de los nuevos imanes de tierras raras y hasta por un electroimán.

Otros experimentos afines

CAMPOS MAGNÉTICOS

Arena negra. Círculos de magnetismo I, II, III y IV. La cuerda floja magnética.

Rotulación del aparato

¿Qué hacer y observar?

BLOQUE DE ESFERAS: Este aparato contiene trozos cortos de acero incrustados en esferas plásticas que rotan libremente de manera que estos trocitos se puedan alinear en dirección al campo magnético. Mueva el bloque alrededor y entre las caras de los polos. Al hacer esto, observará que las líneas de fuerza magnética en el centro de los polos son rectas, mientras que las líneas del exterior son curvas.

CILINDRO DE ARENA: Sitúe el cilindro de arena negra entre los polos del imán y observe la reacción de la arena debido al campo. Esta arena es un compuesto de óxido de hierro. Cada partícula se convierte en un pequeño imán temporal, siempre y cuando se halle en el campo magnético, y tiende a agruparse donde es más fuerte el campo.

El imán es del Instituto Tecnológico Synchrotron de California y la arena negra es de Ocean Beach.

¿Qué sucede?

El campo magnético es una idea abstracta que describe el espacio alrededor de un imán. En cada punto de esta zona, el polo del pequeño imán experimentará una fuerza que posee un tamaño y dirección particulares.

No hay líneas reales en este espacio, pero es posible representarlo al dibujar líneas que muestren la dirección de la fuerza en cada punto del campo magnético.

Receta No. 120

El tirón de la pata de un saltamontes

Descripción

Este aparato muestra el efecto de los pequeños choques eléctricos en los músculos de la pata de un saltamontes. El visitante puede ajustar la cantidad de pulsaciones que se envían a la pata y el voltaje de estas pulsaciones. Al experimentar con estas dos variables, el usuario es capaz de determinar algunos de los aspectos fisiológicos del músculo y establecer un vínculo entre la actividad eléctrica y la contracción muscular.

Construcción

Nuestro aparato de exhibición tiene forma piramidal y es de unas 36" (91,44 cm) de altura. La pata está montada sobre un bloque plástico que actúa como guía luminosa y como portador de electrodos. La pata y el bloque están cubiertos con un hemisferio plástico de 10" (24,40 cm) de diámetro para proteger la pata. Tanto la rotulación luminosa como los controles del usuario rodean el domo. El sistema

eléctrico que estimula la pata se construyó con un contador NE 555 IC's empleando las notas de aplicación para esos chips. Nosotros utilizamos dos 555s: uno alambrado como multivibrador monoestable para controlar la cantidad de pulsaciones (1 a 4) emitidas por el otro 555, alambrado como multivibrador estable (frecuencia aproximada de 10 Hz.). El usuario puede variar el voltaje de salida de 0 a 10 voltios mediante un potenciómetro en serie con la salida del 555. La salida también está acoplada a un amplificador simple de un transistor para que se puedan escuchar las pulsaciones. Si se cuenta con un generador de pulsaciones, podría sustituirse por nuestro pequeño circuito (también funcionaría una batería de 9 voltios y un botón pulsador).

El animal utilizado en este aparato es el saltamontes de desierto *Schistocerca nitens*. Cuando se inserten los electrodos, es importante no penetrar muy profundo los músculos de la pata y, por medio de la experimentación, es posible estimular grupos de músculos específicos. Las patas de otros insectos funcionan, pero se tiene que experimentar.

Críticas y comentarios

Se ha observado que la forma piramidal de este aparato no es práctica; las personas tienden a tropezar con las esquinas que sobresalen del centro de atención del experimento; además, esta forma dificulta el acceso en silla de ruedas. Un indicador del nivel de voltaje sería útil, ya que así el visitante podría ver el nivel umbral exacto. El insecto usado en este aparato se mantiene y se cría en el museo; por lo que siempre habrá un repuesto inmediato. Desafortunadamente, este animal

es una peste agrícola en California y se debe contar con un permiso para mantenerlo y criarlo. Consulte con el departamento de agricultura local sobre los detalles del insecto que elija utilizar.

Cambios y complementos (1990)

Ahora utilizamos *Schistocerca americana americana* en vez de *Schistocerca nitens*.

La “receta” original no incluye información de la manera de separar la pata del saltamontes. Al animal se le caerá la pata si usted la sostiene fija, ya que es una adaptación natural; si lo hace correctamente, el saltamontes no sufrirá.

La mejor forma de sostener la pata es que esté en un 80% recta (en un ángulo de 150°) antes de que el insecto la deje caer. Una pata extendida mostrará una mayor contracción.

Sugerimos usar guantes cuando se trabaje con saltamontes para evitar arañarse con las púas del animal.

Otros experimentos afines

ACTIVIDAD NEUROMUSCULAR

EMG. Latidos del corazón. El lenguaje de las células nerviosas.

La dínamo de margarita

Descripción

El visitante toma un cable y con él toca el borde de un disco de cobre situado entre los polos de un imán grande. La corriente (electrones) fluye del borde al centro del disco, donde se hace contacto con el otro lado del suministro de energía mediante un conmutador y una pastilla de carbón. Si el cable toca el disco de manera que la corriente fluya a través del campo magnético, entonces hay una fuerza en las cargas que induce la corriente y, por lo tanto, en el metal que las contiene. El disco empieza a girar demostrando el efecto motor.

Construcción

La dínamo de margarita está formada tres partes principales: el montaje del disco, el imán y la fuente de energía.

El disco es de cobre, indispensable para garantizar la buena conducción; mide 12" (30,48 cm) de diámetro y cerca de $\frac{1}{32}$ " (0,7 mm) de espesor. Con una sierra de banda se le hacen 24 radios desde el borde externo y se extienden $3\frac{1}{2}$ " (8,89 cm) hacia el centro; estos cortes dirigen el flujo de corriente eléctrica desde el borde hasta el centro del disco. Este disco de cobre se fija con cinta adhesiva de doble cara sobre un disco de lexan de $12\frac{1}{2}$ " (31,75 cm) de diámetro, con un anillo de retención de lexan de $\frac{1}{2}$ " (1,27 cm) de ancho alrededor del borde. El lexan le proporciona al delgado disco de cobre el apoyo suficiente para que no se doble. El disco se coloca sobre un eje de acero de $\frac{3}{8}$ " de diámetro, el cual está sujeto desde abajo con dos

cojinetes montados sobre una pieza de aluminio separados entre sí a 2" (5,08 cm) de distancia. Esta pieza se ajusta a la mesa con un apoyo de acero en forma de "L" (para reducir la fricción, elimine la grasa de los cojinetes y replácela con un aceite bien fino).

El apoyo del conmutador es un cilindro sencillo de cobre de 1½" (3,81 cm) que se fija a la parte superior del disco de cobre, con una pastilla de carbón colocada en la superficie. El montaje de la pastilla se coloca sobre una barra de acero sólido de ¾" de diámetro que se suelda a una lámina de acero atornillada al sobre de la mesa. El montaje de la pastilla de carbón se tomó del generador de 6 voltios de un Volkswagen; así se garantizaba que resistiría la corriente. En un "baratillo" también se obtuvo un utensilio para sostener la pastilla. No hay necesidad de robarse los generadores de los viejos Volkswagens, basta con visitar un sitio cercano que repare motores grandes o generadores. Se colocó una cubierta de Plexiglas® sobre la pastilla para protegerla de los curiosos.

El suministro de energía debe ser capaz de proporcionar de 10 a 20 amperios de corriente por periodos largos. La nuestra proporciona unos 5 voltios en circuito abierto. Observe que básicamente el suministro de energía se disminuye cuando el visitante toca el disco con el alambre; por eso, debe ser capaz de tolerar este impacto. Un resistor de alto vataje de unos cuantos ohmios en serie con la salida limita la corriente a un valor razonable. No hay necesidad de exponer a los visitantes a formar un arco eléctrico con el aparato.

Las terminales de salida del suministro de energía se extienden hasta dos tornillos colocados sobre una pieza plástica en la parte superior de la mesa. No se

deben utilizar tornillos que atraviesen la madera para estas conexiones de alta tensión (nos dimos cuenta de esto porque la mesa tendía a quemarse). Los cables del aparato de exhibición se conectan a estas terminales. Un cable (+) se atornilla a la base del brazo del conmutador. El otro (-) se extiende unos cuantos pies y a través de un mango, el cual sostiene el usuario hacia la rueda. El mango de madera es simplemente una clavija de madera dura taladrada de forma longitudinal al cable, con un extremo de la clavija ranurado y sujeto con grapas para fijar el cable. También se restringe el cable con un cable de acero y con peso en una tubería vertical de PVC; este mecanismo retractor mantiene el cable en un lugar visible para el siguiente usuario. Todos los cables son de calibre 10 aislado. Este aislamiento en el cable para el usuario se elimina a cerca de ½" (1,27 cm). A medida que se quema el cable, se hala del mango (al soltar las grapas) y después se vuelve a eliminar el aislamiento.

El imán se extrajo de un radar usado en una guerra. Es muy difícil hallar este tipo de imanes; se podría hacer uno fuerte mediante imanes grandes de cerámica como los encontrados en los altavoces. Un buen suplidor de imanes es:

Dowling Miner Magnetics Corp.

21707 Eighth Street

Sonoma, CA 95476

Tel.: (707) 935-0352, o en California (800) 535-4471

Dowling también suministra estos imanes para venderlos en la tienda del museo, y proporciona además un juego educativo de imanes.

El imán se fija verticalmente con un apoyo soldado de acero. Con el fin de concentrar el campo magnético, se hizo el espacio más pequeño introduciendo una

pieza de acero blando. La pieza polar superior está a 1" (2,54 cm) sobre el disco, y la pieza polar inferior está a ½" (1,27cm) bajo el disco.

Críticas y comentarios

El extremo del cable se calienta mucho luego de frotarlo contra la rueda y esto puede causar una quemadura grave. Por suerte, no hemos tenido problemas en este sentido (pero hay un letrero de advertencia). Esto demuestra un principio importante sobre la construcción de aparatos de exhibición: ¡no provocar un problema en donde no existe! Pruebe los nuevos experimentos antes de tener que prevenir a las personas.

Por el hecho de que el extremo del cable se calienta y chispea un poco, se desgasta muy rápido. Continuamente se tiene que pelar el cable a medida que se vaya quemando. Esta es sólo una pequeña molestia de mantenimiento si asigna consejeros o docentes en la sala del museo para que vigilen.

Otros experimentos afines

MOVIMIENTO ACELERADO

Avalancha. La varilla que se balancea. Balón que rebota. Péndulo caótico. Carrera hacia abajo de la colina. La pluma que cae. El pozo de gravedad. Aterrizaje lunar. Péndulo de fase. Tiempo de reacción. Vórtice. Tornado.

CORRIENTE ELÉCTRICA

El medidor gigante. La Ley de Ohm. Cuero y gas del pacífico. Generador de pedal. Interruptor de paso pequeño. Iluminación AM. Motor Corona. Hormiguitas en los dedos. Tubo fluorescente. Manos que funcionan como baterías. Inducción. Motor

con espira de sombra I y II. Amplificador tubular. Separador de voltaje. Caída de voltaje. Radio AM. Bujía de argón. Péndulo eléctrico. Analogía eléctrica. Energía contra poder. Resonador de Hertz. Efecto caliente. Positivos y negativos. El electroscopio gigante. Emisión termiónica. Oscilaciones eléctricas muy lentas. Chispas de hierro.

TORQUE

Medición a escala. Diferencial. Modelo diferencial. Carrera hacia abajo de la colina. Tabla del péndulo. Motor desmontado. Motor asíncrono de histéresis. Motor corona. Aterrizaje lunar. Vórtice. Piernas de bicicleta. Péndulo caótico. Motor de punto de Curie. La varilla que se balancea.

Rotulación del aparato

La dínamo de margarita

Un motor rota porque el campo de un imán empuja el campo magnético producido por una corriente eléctrica.

¿Qué hacer y observar?

1. Coloque el extremo del cable en el disco como se muestra en el dibujo. El disco debe girar (debe impulsarlo para que empiece).
2. Observe que el disco tiene cortes que vienen desde el centro y lo dividen en secciones parecidas a los pétalos de una margarita. Cada vez que el disco gira, un nuevo pétalo se coloca bajo el cable.
3. Coloque el extremo del cable en algún otro lado, en el centro, o en otro pétalo de la flor. Observe que el disco disminuye la velocidad o se detiene.

¿Qué sucede?

El disco es un motor muy simple y como cualquier motor, convierte el flujo de corriente eléctrica en una rotación mecánica.

Cuando toca el disco con el cable, se completa el circuito, un paso por medio del cual fluye la corriente eléctrica. Una corriente mayor (35 amperios) fluye por el cable, viaja desde el borde del disco hasta el centro, y vuelve a la batería. Aunque el disco gire, la división de los pétalos de la margarita permite que la corriente siempre fluya por la misma dirección, corriendo desde el borde del disco por una línea casi recta hasta el centro.

La corriente eléctrica produce un campo magnético (para aprender más sobre esto, vea CÍRCULOS DE MAGNETISMO I, II, III y IV). El campo magnético de la corriente que fluye a través del disco empuja el campo del imán permanente, y esto hace que gire el disco.

En este diagrama los pétalos de la margarita actúan como una versión plana del cable.

El área extra de la superficie aumenta el contacto con el cable que sostiene la mano (el cual suministra la corriente).

Pulgas eléctricas

Descripción

El visitante frota la superficie plástica de este aparato de exhibición y le suministra una carga. Las pequeñas limaduras bajo el plástico empiezan a saltar hacia arriba y hacia abajo entre el plástico y la parte superior de la mesa como un grupo de pulgas.

Construcción

Este experimento fue un completo accidente. Un día, uno de los constructores de estos aparatos estaba lijando el borde de una mesa de fórmica. Las limaduras de la fórmica volaron por todo el lugar y algunas quedaron bajo una pequeña lámina de lexan que se encontraba cerca. Pensando que las limaduras estaban encima de la lámina (la mayoría lo estaban), alguien trató de quitarlas. Las raspaduras localizadas bajo el plástico empezaron a saltar y dieron lugar a una demostración de electricidad. Un día después, este “accidente” estaba en exhibición en la sala del museo.

Como se aprecia arriba en el gráfico, solo se monta un cuadrado de lexan de 20” (50,80 cm) en un marco grueso de 1 $\frac{3}{4}$ ”, y se fija el marco a una mesa con fórmica. El lexan está a aproximadamente 1” (2,54 cm) sobre la superficie de la mesa. Seguimos utilizando las raspaduras de fórmica como “pulgas”, así que no podemos recomendar algún otro sustituto verdadero y comprobado. Creemos que servirá cualquier material ligero que sea aislante (raspaduras de plástico, de madera, etc).

Otros experimentos afines

SEPARACIÓN DE CARGA

Motor corona. Generador electrostático I-III. Energía contra poder. Hormiguitas en los dedos. Resonador de Hertz. El electroscopio gigante. Carga lenta / descarga lenta. Emisión termiónica. Amplificador tubular. Oscilaciones eléctricas muy lentas. Bujía de argón.

POLARIZACIÓN ELÉCTRICA

Positivos y negativos. Proyector Polaroid.

CAMPOS Y FUERZAS ELÉCTRICOS

Pez eléctrico. Foelectricidad. El electroscopio. Fototubo. Relámpago AM. Inducción. Lentes para sol Polaroid. Motor con espira de sombra I y II. Radio AM. Péndulo eléctrico.

INDUCCIÓN ELÉCTRICA

Bobina de Gauss. Tono palidecido.

Rotulación del aparato

Pulgas eléctricas

¿Qué hacer y observar?

Con la mano, frote con fuerza la cubierta plástica y note las pulgas bailarinas (frote con vigor para calentar el plástico y producir un buen efecto).

¿Qué sucede?

Las pulgas (pedacitos de fórmica) empiezan eléctricamente de manera neutral. Cuando se frota la superficie del plástico con la mano o con un pedazo de

tela, las cargas negativas se transfieren de la mano al plástico. En vista de que este material no es un buen conductor eléctrico, las cargas no fluyen por toda la superficie, sino que se quedan en donde se colocan.

La carga negativa del plástico atrae las cargas positivas de las pulgas hacia la superficie de ellas y repele las cargas negativas de las pulgas hacia su parte inferior; de este modo, las pulgas se polarizan, positivas arriba y negativas abajo. Algunas de ellas tienen un extremo puntiagudo que mira hacia arriba y la carga se concentra ahí. Como consecuencia, la atracción de la carga concentrada en la parte superior de la pulga es suficientemente fuerte para levantarla hasta el plástico.

En el instante en que la pulga entra en contacto con el plástico, las cargas negativas fluyen del plástico a la pulga, neutralizando la parte superior de ella y dejándola caer. Sin embargo, dado que la pulga es neutra al principio, ahora tiene un exceso de carga negativa. Cuando la pulga toca la madera abajo, pierde su carga lentamente y el proceso puede empezar de nuevo. Después de un tiempo, la superficie del plástico se descarga por completo y el proceso se detiene.

Con el fin de que la fuerza eléctrica sea suficiente para levantar la pulga, las cargas eléctricas deben concentrarse en un punto pequeño de ella. Algunas de las partículas se ubican de manera tal que estos puntos ven directo hacia arriba y éstas son las que saltan.

Hormiguitas en los dedos (una pequeña sacudida eléctrica)

Descripción

En general, la electricidad es invisible, insonora, insípida e inodora, y normalmente no hay manera de percibirla si no es con la ayuda de algún instrumento. “Hormiguitas en los dedos” le permite al visitante experimentar no sólo el flujo de electricidad directamente, sino también mediante la indicación visual del medidor. Esperamos que esta experiencia le ayude al público a apreciar el fenómeno real que sólo pueden indicar los medidores aquí y en cualquier lugar (palabras del constructor del aparato de exhibición: “Uy, ya sé lo que siente un medidor de corriente. ¡Ya estuve ahí!”).

El visitante gira el manubrio de un generador y recibe un leve choque eléctrico. Dado que el generador se arranca manualmente, la persona decide la intensidad de la sacudida. Un medidor indica el voltaje y otro, la corriente. El usuario puede apreciar con claridad que el voltaje puede estar presente sin la corriente al arrancar el generador sin tocar los contactos (corriente= hormigueo).

Para las personas, la experiencia directa con la electricidad es a menudo desagradable y aterradora, por ejemplo, un choque inesperado de un tomacorriente o de algún electrodoméstico que no se conectó a tierra de manera apropiada. En general, un encuentro breve con la corriente eléctrica no es dañino, a menos que ocasione una fibrilación en el corazón. Cuando el usuario que realiza el experimento

percibe la suave corriente que pasa de un dedo a otro, se da cuenta que las pequeñas cantidades de electricidad no lo va a matar.

Construcción

Construimos el aparato con un viejo generador, tomado de un excedente de guerra, de los que se utilizan para que timbren los teléfonos. Estas son las especificaciones en el generador:

Generator, Ringing, Hand G-42A/PT

Kellogg Switchboard and Supply Co. (a div. of IT&T)

Estos generadores están disponibles en casi todas las tiendas de suministros y en muchos catálogos sobre suministros. Se coloca el generador verticalmente y se reemplaza la manija común de arranque por una de nylon con un hoyo para un dedo, lo cual facilitará accionarlo con un dedo (ver los gráficos del aparato).

Los cables, que se instalan a lo largo del sobre de la mesa (¡DEBEN SER VISIBLES!), se extienden desde el generador hasta un medidor de voltaje, un amperímetro y, finalmente, a los contactos para los dedos (ver el diagrama del cableado). El voltímetro lee de 0 a 25 voltios y el amperímetro, de 0 a 1 miliamperio. Dado que el generador puede producir mucha fuerza, se le limita la corriente a $\frac{1}{2}$ miliamperio aproximadamente (500 microamperios) con la ayuda de un resistor de 100k ohmios. Después de varias consultas con laboratorios de prueba, concluimos que $\frac{1}{2}$ miliamperio es una cantidad de corriente a la que el público se puede exponer sin peligro. Bajo ninguna circunstancia se debe exponer a los usuarios a una corriente mayor (ni siquiera cercana) a 5 miliamperios. De ser así, se les dificultará

soltar los electrodos (una buena razón para utilizar un generador de auto engranaje), y también experimentarán un dolor intenso.

Los contactos metálicos para los dedos miden cerca de 1" x 3" (2,54 cm x 7,62 cm) y se adhieren a la superficie de fórmica del aparato de exhibición. Se supone que estos contactos deben semejar dos dedos de la misma mano. Hay que recordar que las personas deben guiarse con la ayuda de la rotulación del aparato y de los contactos para que utilicen dos dedos adyacentes de la misma mano. Si se usan los dedos de manos diferentes, la electricidad fluiría por el cuerpo y el corazón. Con $\frac{1}{2}$ miliamperio, consideramos que esto no representa ningún peligro, pero es una precaución que recomendamos.

Otros experimentos afines

CHOQUE ELÉCTRICO

El electroscopio gigante. La fotoelectricidad. El electroscopio.

CIRCUITOS ELÉCTRICOS Y RESISTENCIA

Bombillos y baterías. Descarga del condensador. Manos que funcionan como baterías. Interruptor de paso lento. Micrófono de carbono.

CORRIENTE ELÉCTRICA

Generador de pedal. Positivos y negativos. Espacio esférico. Dos placas. Motor-generador de CD. Series y circuitos paralelos.

Rotulación del aparato

Hormiguitas en los dedos (una pequeña sacudida eléctrica)

¿Qué hacer y observar?

1. Coloque dos dedos de la misma mano sobre las placas metálicas mientras arranca el generador con un dedo.
2. ¿Ocurre algo si toca sólo una de las placas?
3. Humedezca sus dedos y pruebe otra vez.

¿Que sucede?

La fuerza de un choque eléctrico depende de la cantidad de corriente que fluye por el cuerpo. A su vez, la corriente depende no sólo del voltaje, sino también de la resistencia de una persona. El cuerpo tiene una resistencia baja al flujo de electricidad, con excepción de la piel. La piel húmeda posee una resistencia más baja que la piel seca; por consiguiente, el mismo voltaje provocará un choque mayor si se humedecen las puntas de los dedos. También se puede bajar la resistencia al presionar más la piel contra las placas.

La corriente eléctrica necesita un lugar hacia donde fluir, como también un sitio de donde hacerlo; por lo tanto, se deben tocar las dos placas al mismo tiempo para recibir un choque. Los pájaros que se posan sobre el tendido eléctrico no sufren choques eléctricos mientras no toquen dos cables a la vez.

El medidor gigante

Descripción

Este aparato muestra el funcionamiento de un medidor eléctrico. El visitante puede ajustar un reóstato que varía la cantidad de corriente que fluye a través de las bobinas del medidor. Conforme se incrementa la corriente, también lo hace el campo magnético y, como consecuencia, la aguja se desvía. El gran tamaño del medidor favorece a que todos sus componentes se observen con claridad.

Construcción

Un medidor “normal” cuenta con un imán permanente fijo y una bobina móvil. Para facilitar la construcción de este aparato, nos tomamos la libertad de intercambiar ambos y usar una bobina fija y un imán móvil. El resultado es el mismo.

La aguja del medidor posee un “imán para ganado” que gira en un pivote de aluminio fijado en una base. El pivote debe estar tan libre de fricción como sea posible (el que utilizamos tiene cojinetes de bolas en el eje). La aguja del medidor debe situarse en el centro cuando no haya corriente fluyendo en las bobinas electromagnéticas. Los resortes ajustados a un brazo atornillado al pivote cumplen con esta tarea (ver diagrama). El usuario tendrá que jugar con la fuerza y la elasticidad de los resortes para una lograr una desviación apropiada.

La aguja del medidor es de 12” (30,48 cm) de longitud. Se fabrica de tubería de aluminio de pared delgada y se fija sobre el extremo superior del “imán para

ganado”. Aplastamos la tubería completamente en el extremo para lograr que la aguja ofrezca una lectura “precisa” (no es necesario, pero luce bien).

Las bobinas para el electroimán se enrollan en cuatro carretes diferentes, con hoyos cuadrados de $\frac{5}{8}$ ” en su centro. Estos carretes plásticos se tomaron de sobrantes, por lo que no podemos darles información en dónde conseguirlos. Se podría dar con ellos en un distribuidor de electrónica local o un fabricante de transformadores. También pueden hacerse unos propios, pero hay que asegurarse de no emplear material magnético. Estos carretes se ajustan a las piezas polares cuadradas de acero de $\frac{5}{8}$ ”.

Las cuatro bobinas se alambran en serie de manera que se sumen los campos magnéticos. Cada una de ellas posee una resistencia de 3 ohmios (unas 275 vueltas de alambre de cobre esmaltado calibre 26) para una resistencia total aproximada de 12 ohmios. Las bobinas se alimentan de un suministro de energía bipolar de 12 voltios. Doce voltios en 12 ohmios producen una corriente máxima cercana a 1 amperio. Todos estos valores se escogieron en forma empírica para obtener una interacción razonable con el “imán para ganado” sin que se recalienten las bobinas. El campo magnético producido por las bobinas es proporcional al número de vueltas y a la cantidad de corriente en ellas.

Para variar el flujo de corriente de las bobinas, se utilizó un reóstato gigante (con una perilla grande, ya que es difícil hacerlo girar) con una resistencia de 50 ohmios y un rango máximo de corriente de 2,5 amperios. Se conecta como lo muestra el esquema, así la corriente puede fluir en las bobinas en una u otra dirección, guiando la aguja a cualquiera de éstas dos.

Las bobinas se ajustan en una pieza polar en forma de “C” hecha de acero suave cuadrado de $\frac{5}{8}$ ”. Un extremo de la “C” se atornilla según corresponda, permitiendo que las bobinas puedan sacarse.

El diagrama muestra dónde se fija la aguja con respecto a los extremos de las piezas polares del electroimán. Para maximizar la fuerza de torsión en la aguja, se coloca el extremo inferior del imán para ganado justo entre los polos.

El pivote y el electroimán están protegidos por una cubierta de Plexiglas® (es difícil ajustar los resortes y las bobinas se calientan). Un imán adicional en forma de herradura (resultaría mejor otro imán para ganado) cuelga de un cable de acero a un lado del aparato para que los visitantes puedan experimentar aún más.

Los imanes para ganado. Son imanes de “álnico” muy buenos, colocados en el primer estómago de las vacas para que los clavos, alambres de púas y grapas que el animal ingiera no pasen al sistema digestivo y causen la “reticulitis traumática”, condición a veces fatal. Por fortuna para nosotros, estos imanes muy fuertes y relativamente baratos pueden usarse en muchos de los experimentos. Estos y casi cualquier tipo de imán que desee, se pueden adquirir en:

Dowling Miner Magnetics Corp.

21707 Eighth Street East

Sonoma, CA 95476

Tel.: (707) 935-0352, o en California (800) 535-4471

Dowling es también un buen suplidor de imanes, los cuales usted puede vender en la tienda del museo y hasta le ofrece un juego educativo de imanes.

Otros experimentos afines

CAMPOS MAGNÉTICOS Y FUERZAS

Tribles magnéticos. Motor desmontado. Líneas de fuerza magnética. Succión magnética. Atrayente extraño. La dínamo de margarita. Separador de arena. Dominios magnéticos visibles. Punto Curie. Separador de luz magnética. Camino aéreo. Motor con espira de sombra I y II. Arena negra. La cuerda floja magnética.

Rotulación del aparato

El medidor gigante

Al igual que la mayoría, este medidor gigante utiliza el magnetismo para medir la corriente eléctrica.

¿Qué hacer y observar?

Gire la perilla negra; ésta controla la corriente eléctrica que fluye por las bobinas.

Observe la aguja del medidor. Ella muestra la fuerza y la dirección (+ o -) de la corriente a través de las bobinas.

¿Qué sucede?

La corriente eléctrica pasa por las bobinas para producir un campo magnético y éste empuja la aguja del medidor (la cual es un imán permanente) hacia un lado. Cuanto más fuerte es la corriente, mayor es el empuje magnético en la aguja.

Cuando se modifica la dirección de la corriente con la ayuda de la perilla negra, también varía la dirección del campo magnético. Ahora, la aguja del medidor se dirige hacia el otro lado.

Cuando la perilla está en cero, no fluye corriente a través de las bobinas; por consiguiente, éstas no poseen un campo magnético.

¿Qué aprender?

El mundo está lleno de situaciones fuera del alcance de nuestros simples sentidos. Para observarlas hemos de crear condiciones en las que se produzcan efectos perceptibles. Este medidor, por ejemplo, muestra el flujo invisible de electricidad por medio de la posición visible de la aguja.

Receta No. 153

Suspensión

Descripción

Muchas personas consideran que la realimentación ocurre solamente cuando un micrófono está cerca de un altavoz. Sin embargo, este fenómeno también es un proceso biológico y mecánico muy importante que a menudo se pasa por alto en los aparatos de exhibición de los museos. Cuando se alcanza un objeto, la realimentación visual y táctil le ayuda a los músculos a realizar “ajustes de medio curso”, de manera que la mano llegue a su objetivo. En este experimento, un pequeño globo terrestre de acero es suspendido en el aire a una distancia corta bajo un electroimán. Esto ocurre porque el globo interactúa con un rayo de luz que brilla en una fotocelda. A medida que el globo baja, más luz ilumina la fotocélula, y el sistema de circuitos eleva la corriente del electroimán. Por lo tanto, si el globo se eleva muy arriba, se bloquea más luz y se disminuye la intensidad del electroimán.

Construcción

Este aparato se construye de manera muy fácil, pero ponerlo a funcionar requiere de un poco de paciencia; puede que se quiera experimentar con un prototipo antes de intentar hacer un modelo de sala.

Se trata principalmente de una estructura que contiene la fuente de luz, la fotocelda y el montaje del electroimán, con una cabina ventilada para albergar esta estructura y la electrónica de transmisión.

El apoyo principal es un tubo cuadrado de acero de 2" (5,08 cm) soldado a una base. Sobre de este tubo se encaja un brazo transversal que sostiene la fuente de luz y la fotocelda. El montaje del apoyo del electroimán se desliza sobre el tubo situado sobre el brazo transversal. Conviene que tanto el brazo transversal como el montaje del electroimán encajen arriba y abajo y se fijen donde corresponde mediante tornillos de ajuste.

Nuestra fuente de luz la proporciona una lámpara GE 89. Esta luz se enfoca mediante un lente simple (longitud focal de unas 2" [5,08 cm]). El lente y la lámpara se colocan en un tubo de aluminio en el brazo izquierdo del brazo transversal. La luz se debe enfocar antes de alcanzar al globo; esto le da a la esfera un círculo de luz para bloquear y desbloquear, en vez de un punto de enfoque (el tamaño del círculo de alguna manera determina el factor de ganancia o amplificación del lazo de realimentación). La luz pasa por debajo del electroimán y hacia un lente de 2" (5,08 cm) tomado de viejo proyector de película de 16 mm; el cual dirige la luz a un fototransistor MRD300. El lente y el fototransistor se ubican dentro de otro cilindro de

aluminio en el brazo derecho del brazo transversal. El fototransistor se monta en el centro de un disco grueso de Plexiglas[®], esmerilado en el lado que da al lente. El lente proyecta una imagen del globo y la punta del electroimán en esta pantalla esmerilada de Plexiglas[®], que puede apreciarse desde el lado.

El electroimán se enrolla en una barra de hierro de $2 \frac{3}{4}$ " x $\frac{3}{8}$ " de diámetro. Se sueldan unas "cejas" de bronce a los extremos de la barra haciendo un carrete en el que se enrolla la bobina. Esta bobina tiene unas 1300 vueltas de alambre No. 22 (una resistencia de 12 ohmios). Es importante enrollarla en una barra larga para atenuar el calor acumulado en un carrete de capas múltiples. A medida que la bobina se calienta, varía su resistencia y afecta el enlace de realimentación. Una bobina larga se enfría con más eficiencia y provoca un circuito más estable. Por el hecho de que la bobina se calienta y, debido a esto, es incómoda de manipular, se cubre con un cilindro de Plexiglas[®] de $2 \frac{1}{4}$ " (5,71 cm) de diámetro interno (de esta manera, se puede introducir el dedo dentro del tubo para tocar la bobina). Cuando el globo se suspende tan alto que la corriente se apaga por completo, queda magnetismo residual en la barra de hierro. En este caso, para evitar que el imán atraiga el globo, una almohadilla gruesa de hule de $\frac{1}{16}$ " (1,5 mm) se adhiere al extremo de la barra de hierro, la cual permite una distancia prudente entre el globo y el imán.

La electrónica consta de la fuente de energía, la fotocelda y el amplificador, y el circuito conductor del electroimán, según los esquemas de esta "receta". Se proporciona el dibujo del circuito impreso necesario, sin incluir el suministro de energía.

Al aparato de exhibición se le instala un botón por medio del cual se incrementa la ganancia del electroimán en el enlace de realimentación y provoca la desestabilización del globo y éste se vuelve cada vez más inestable y, finalmente, cae en la bandeja acolchada.

Descripción del circuito

Un fototransistor MRD300 detecta la luz en una configuración de emisión común. El 741 es una etapa de aumento. Se le puede imaginar como un incremento de CD establecido por el radio de los resistores R1 y R2, y un aumento de CA establecido por el radio de los capacitores C1 y C2. Estos dos aumentos deben ajustarse de manera separada para lograr la estabilidad. Los valores mostrados funcionan adecuadamente con nuestra organización física. Dado que la suya será diferente, es probable que deba ajustar estos valores. El 5561 toma la señal de realimentación del 741; la aumenta de acuerdo con la potencia de ajuste y la convierte en una señal modulada de pulso extenso. Este esquema de interruptores mantiene al mínimo la disipación de energía en el transistor conductor de la bobina, y permite que ese transistor funcione sin calentarse. La transmisión de la bobina y el voltaje de la lámpara se regulan, ya que éstos afectan todo el aumento de enlace.

Existen tres elementos principales que se deben ajustar (uno eléctrico y dos mecánicos) para que la exhibición funcione. Todos estos ajustes están interconectados, por eso realice este procedimiento dos veces para lograr un desempeño óptimo. Se debe ejecutar después de que la bobina se caliente (se le suministra energía por 15 minutos sin nada que obstruya el paso de luz).

1. Referencia sobre la realimentación y el aumento

Conecte un osciloscopio al puente del FET y ajuste el ángulo para que observe una señal inducida de un pulso de 20 KHz de amplitud modulada. Con el globo, bloquee y desbloquee alternamente la luz. Ajuste la compensación y la potencia de ganancia de manera que el puente inductor apenas alcance niveles máximos y mínimos.

2. Enfoque de la fotocelda

Normalmente, el lente debe fijarse con un tornillo de ajuste. Afloje este tornillo para alterar la estabilidad del globo. La estabilidad óptima resulta al golpear de forma ligera el globo mientras el lente se mueve hacia adentro y hacia afuera. En nuestra exhibición, la colocación óptima lanza un círculo de luz de unos $\frac{3}{8}$ " de diámetro en el MRD300 (el punto focal real está detrás de la fotocelda).

3. Altura de la bobina

Conviene recordar que la bobina debe precalentarse. Se aflojan los tornillos o lo que se haya utilizado para el ajuste de manera que el brazo de apoyo de la bobina se deslice con libertad hacia arriba y hacia abajo. Se suspende el globo y se ajusta la altura de la bobina de modo que cuando la esfera esté estable, el ciclo de funcionamiento de la transmisión de la bobina sea de aproximadamente 60%. Si esto no se realiza como es debido, la bobina no podrá sostener el globo cuando se caliente.

Los globos poseen un aproximado de $1 \frac{5}{8}$ " de diámetro y son de metal en chapa de acero delgado. Están disponibles en:

Accoutrements

P.O. Box 30811

Seattle, WA 98103

Teléfono: (206) 633-0424

Críticas y comentarios

Este es un popular y fascinante aparato de exhibición. Algunas personas lo disfrutan tanto que se llevan a casa un globo como recuerdo. Perdemos uno o dos globos por semana, pero dado que son baratos, no representan un gran gasto económico para el museo.

Con este aparato, se pueden suspender otros objetos. Cuando estaba en la tienda, colgábamos en el aire llaves de cañería y destornilladores. Es posible conseguir objetos más apropiados al lugar donde se encuentre, pero se debe tener presente que cuanto más liviano sea el objeto, se podrá suspender a mayor distancia bajo el electroimán. ¡Experimentélo!

Aunque no lo hemos intentado con nuestro aparato, creemos que sería prudente ventilar el electroimán para evitar su recalentamiento.

Otros experimentos afines

CAMPOS MAGNÉTICOS INDUCIDOS ELÉCTRICAMENTE

Efecto motor. Juguete ajustable. Corrientes en espiral. Lanzamiento sonoro. Transformador. Oscilaciones eléctricas muy lentas.

REALIMENTACIÓN

Albert. Barra de balance. Elasticidad muscular. Interruptor inclinado. Audición selectiva. Cambio de colores. Motor asíncrono de histéresis. Recolecciones. Gato Cheshire. Pupila. Aterrizaje lunar.

CAMPOS MAGNÉTICOS Y FUERZAS

Tribles magnéticos. Motor desmontado. La dínamo de margarita. Separador de arena. Dominios magnéticos visibles. Punto Curie. El medidor gigante. Separador de la luz magnética. Camino aéreo. Motor con espira de sombra I y II. Péndulo eléctrico. Arena Negra. La cuerda floja magnética.

OSCILACIÓN

Juguete ajustable. Camino aéreo. Mesa de dibujo. Rueda en serie armónica. Movimiento relativo. Bandas Laterales. Cuerda vibradora.

Rotulación del aparato

Suspensión

El globo queda suspendido en el aire por un campo magnético controlable.

Una vez que el globo se suspenda, apriete el botón para aumentar el efecto en la fotocelda del electroimán, de esta manera causará que se sobre compense. En otras palabras, un gran aumento en el enlace de realimentación causa inestabilidad.

¿Qué hacer y qué observar?

1. Coloque el globo en la palma de la mano y súbalo lentamente a la bobina. El globo flotará en el aire a media pulgada bajo la bobina.

2. Puede hacer que el globo caiga sin tocarlo bloqueando la fuente de luz a su izquierda.

¿Qué sucede?

El globo de acero es suspendido por el campo magnético de la bobina. Un circuito de realimentación controla este campo magnético y lo hace más fuerte o más débil en respuesta a las señales luminosas que el detector de luz recibe.

Si el globo empieza a caer, más luz llega al detector, indicándole al circuito que incremente el campo magnético y que suba el globo.

Sin embargo, si esta esfera sube demasiado, bloquea la luz, y le indica al circuito que disminuya un poco el campo. Este sistema mantiene el globo en el lugar exacto.

Se puede conseguir que el campo reaccione mejor a la luz al apretar el botón negro ubicado abajo a su izquierda. Esta sobre reacción causa que el globo se tambalee y finalmente caiga.

¿Qué aprender?

El globo se mantiene en equilibrio entre la gravedad y el magnetismo gracias a un sistema de realimentación. Asimismo, la realimentación permite el balance en los animales, en las máquinas y en su propio cuerpo. Diríjase al aparato de exhibición “Escritura Retrasada”.

El transformador

Descripción

Aquí se muestra el mecanismo de un transformador. Muchas personas piensan que simplemente la electricidad entra por un extremo de este aparato y sale por el otro extremo. No obstante, la corriente eléctrica en realidad experimenta dos transformaciones: primero, cambia de corriente eléctrica a campo magnético y, posteriormente, de campo magnético a corriente eléctrica de nuevo. Este aparato de exhibición también muestra que una bobina sólo transforma corriente alterna y no corriente directa, debido a que la bobina secundaria sólo responde a un campo magnético variable. El visitante modifica el campo magnético ya sea conectando y desconectando la corriente eléctrica en la primera bobina, o dejando la corriente fluir y deslizando la segunda bobina dentro y fuera del campo magnético de la primera bobina. Del aparato de exhibición también cuelga una barra magnética común que el usuario puede mover dentro y fuera de la segunda bobina. Lo anterior produce la misma reacción que se da al usar la bobina primaria, demostrando así la equivalencia de los campos magnéticos en un electroimán y en un imán permanente.

Construcción

Es muy fácil instalar el aparato de exhibición. Está formado por dos medidores de bobinas para calcular la corriente en ellas y una fuente de energía para la bobina primaria.

Las bobinas se enrollan en carretes de tubería de Plexiglas[®], con cejas circulares adheridas a los extremos para sujetar el bobinado. Conviene observar que los carretes se pueden hacer de otros materiales no ferromagnéticos (los nuestros eran originalmente de madera, pero es mejor el Plexiglas[®] para que el visitante se de cuenta de que no escondemos nada). Las bobinas son de 6" (15,24 cm) de diámetro y 2" (5,08 cm) de ancho, y se enrollan con alambre No. 18. Al medir la resistencia de las bobinas, se puede estimar la cantidad de vueltas en cada una de ellas. La primera tiene unas 400 vueltas, mientras que la segunda posee cerca de 200 (es curioso, ya que las bobinas parecen idénticas). Es recomendable empezar con aproximadamente 300 vueltas en cada una de las que usted utilice.

La bobina primaria se fija al lado izquierdo de la mesa; posee una fuente de energía que provee hasta 3 amperios. Este suministro de energía se controla mediante una palanca encima de la mesa que hace girar un potenciómetro grande colocado bajo la mesa. La palanca está equipada con un resorte (bajo la mesa) de manera que regrese a la posición de APAGADO cuando se suelte. Esto evita que la bobina se recaliente. Un amperímetro muestra la corriente en la bobina.

A diferencia de la bobina primaria, la segunda se desliza con libertad de lado a lado en una especie de pista de madera, con un tipo de patín de teflón para facilitar el movimiento en la superficie de masonite de la mesa. Esta bobina secundaria se une a su medidor mediante un cable en espiral de microteléfono. Este medidor posee el cero en el centro de la escala, es de 50 microamperios y a gran escala (la corriente generada es algo débil). Este aparato con el cero en el centro es importante aquí, ya que la corriente fluye en ambas direcciones en la segunda bobina.

Un imán para ganado cuelga de la superficie de la mesa mediante un cable de acero (estos imanes son de muy buena calidad, están hechos de “álnico” y se introducen en el primer estómago de las vacas para evitar que los clavos, alambres de púas y grapas que el animal ingiera pasen al sistema digestivo y provoquen una reticulitis traumática que puede ser fatal). Por fortuna, éstos son imanes fuertes y relativamente baratos, útiles en muchos aparatos de exhibición. Estos y casi cualquier tipo de imán que desee los puede conseguir en:

Dowling Miner Magnetics Corp.

21707 Eighth Street East

Sonoma, CA 95476

Teléfono: (707) 935- 0352, o en California, (800) 535- 4471

Dowling también es un buen suplidor de imanes, los cuales usted puede vender en la tienda del museo; además, tiene a su disposición un juego educativo de imanes. Comuníquese con el Sr. Niels Chew para más información.

Críticas y comentarios

Sería bueno instalar una brújula en el centro de la bobina primaria para que muestre el campo magnético generado, o también podría ubicarse en una cadena de metal o cordón de nylon y fijarse a la mesa (un cable de acero atraería la aguja).

Otros experimentos afines

CAMPOS MAGNÉTICOS POR INDUCCIÓN ELÉCTRICA

Efecto motor. Juguete ajustable. Corrientes en espiral. Lanzamiento sonoro.
Transformador. Oscilaciones eléctricas muy lentas.

CAMPOS ELÉCTRICOS POR INDUCCIÓN MAGNÉTICA

Efecto de un generador. Motor desmontado. Generador de pedal. Ignición automotriz. Interruptor de movimiento lento. Péndulo eléctrico. Inducción. Motor con espira de sombra I y II. Resonador de Hertz.

Rotulación del aparato

Transformador

Un campo magnético variable puede crear una corriente eléctrica.

¿Qué hacer y observar?

Separe las bobinas deslizándolas. Mueva uno de los extremos del imán acercándolo y alejándolo del centro de la Bobina 2. El Medidor 2 reacciona, mostrando que el campo magnético en movimiento ha creado una corriente eléctrica en la bobina (inténtelo con cada uno de los extremos del imán).

Deslice y acerque las bobinas, y coloque el interruptor de metal en posición de encendido. El Medidor 1 muestra que la corriente eléctrica ha sido enviada a través de la Bobina 1. Esta corriente convierte a dicha bobina en un imán eléctrico o electroimán.

Encienda y apague el interruptor metálico y observe el Medidor 2, el cual reacciona dirigiéndose hacia un lado cuando se crea un campo magnético y hacia el otro lado en el instante que el campo desaparece. Cuando el campo es estable, el Medidor 2 vuelve a cero.

Coloque el interruptor en la posición de encendido y sosténgalo. Deslice la Bobina 2 hacia atrás y hacia delante; observe que ésta genera una corriente sólo cuando se mueve a través del campo magnético.

¿Qué sucede?

La Bobina 2 no está conectada a la Bobina 1, ni a ningún otro suministro externo de energía. Ella crea su propia corriente eléctrica en el momento que experimenta un campo magnético variable.

Se puede crear un campo magnético variable en la Bobina 2 moviendo el imán, cambiando el campo magnético en la Bobina 1 o desplazando la Bobina 2 hacia el campo o fuera de él en la Bobina 1. Cualquiera de estos cambios en el campo creará una corriente eléctrica en la Bobina 2. La corriente no se produce si no se cambia el campo magnético; éste debe aumentar o disminuir. Cuánto más rápido varía el campo, mayor es la corriente que éste produce en la Bobina 2.

Los campos magnéticos en disminución pueden crear una corriente tan efectivamente como lo hace un campo en aumento. De esta manera, cuando se enciende y se apaga la bobina 1, el medidor 2 muestra corrientes iguales, pero opuestas.

¿Qué aprender?

Solo una señal variable puede pasar entre las bobinas de un transformador; por lo tanto, es posible utilizar este aparato como un tipo de filtro que bloquea las señales eléctricas estables y deja pasar las señales variables. Los teléfonos utilizan un transformador de esta manera.

De cero a sesenta

Descripción

Con este aparato, se puede jugar con CA y CD de bajo voltaje, al mismo tiempo que se observan sus efectos en las lámparas, medidores, altavoces y en un osciloscopio. Se dispone de tres fuentes de voltaje: baterías de CD, un transformador reductor que suministra 60 Hz. y una fuente variable de 0 a 60 Hz.

Construcción

El aparato de exhibición se puede dividir en dos partes: lo que se enchufa (dispositivos eléctricos) y a lo que se enchufa (suministros de voltaje). La primera parte se coloca tras una lámina frontal de Plexiglas[®] ahumado, y los cables se instalan en forma paralela a un solo enchufe que se puede conectar a cualquiera de las tres fuentes. La instalación eléctrica para los cuatro dispositivos se ubica en la superficie y se sujeta con abrazaderas hasta el aparato, en cuyo punto los cables se insertan a través de hoyos en el Plexiglas[®] y se conectan a sus destinos respectivos.

Los cuatro dispositivos son:

1. Un medidor con el cero en el centro de la escala que muestra el voltaje positivo y negativo. Es un medidor + / - de 4 voltios. Pueda que tenga que adaptar uno de menor voltaje que funcione para su propósito.
2. Un altavoz de suspensión acústica de 4" (10,16 cm) de diámetro. Se utiliza este tipo de aparato porque puede realizar movimientos largos; por lo tanto, es fácil darse cuenta cuando se mueve. Un tipo de escudo circular de Plexiglas[®]

montado sobre espaciadores de $\frac{1}{2}$ " (1,27 cm) arriba del altavoz evita que se dañe el cono (del altavoz).

3. Una linterna (de hecho sólo se usa el frente). Este un aparato común con el cual está familiarizada la mayoría de la gente.
4. El osciloscopio se coloca sobre un estante tras el Plexiglas[®] ahumado. El nuestro es un Tektronix, modelo 504 (se puede sustituir por cualquier osciloscopio adecuado). Lo fijamos para un índice de registro horizontal de 20ms/div y una inclinación vertical de 5v/div. La idea de un osciloscopio con todos sus complicados controles puede intimidar un poco al que no esté familiarizado con este aparato (la mayoría de los visitantes no lo están), por lo que se usó Plexiglas[®] ahumado para cubrir todo, excepto el CRT. Desafortunadamente, no se puede ver los controles de esta forma (no nos gusta esconderle nada a los curiosos), así que iluminamos las perillas del osciloscopio mediante una bombilla fluorescente F6T5. Ésta se sujeta con tornillos en una posición vertical tras el Plexiglas[®] y se ubica a la derecha del osciloscopio. Un escudo pequeño de metal en chapa, montado frente a la bombilla, evita que la luz pase directamente a través del Plexiglas[®]. La iluminación alcanza un buen balance; alguien curioso puede llegar ver los controles del osciloscopio, pero también es fácil pasarlos por alto.

Los cables (con una medida de 12 hebras, quizá quiera sustituirlos por cables de plomo) salen de la parte superior del panel a través de una grapa de Plexiglas[®] de bloque hendido. Pasan por una corta distancia (unas 5" o su equivalente 12,70 cm) de tubería vinílica en la grapa (lo cual alivia la tensión y evita que los cables se

doblen en pequeños radios) y terminan en un enchufe macho tipo banana que encaja en tomacorrientes en cada una de las fuentes de energía. Al panel superior (el Plexiglas[®] ahumado) se le instalan bisagras en su parte superior de forma que se abra hacia arriba; se puede mantener abierto sosteniéndolo con una varilla. No es posible abrir este panel sin abrir primero el panel inferior que está cerrado, en dónde están colocadas todas las fuentes de energía.

Se proporcionan tres fuentes de energía:

1. Corriente directa. Desde arriba, parecen dos baterías D instaladas en serie y posteriormente conectadas a un juego de bornes. En realidad, la corriente se suministra desde abajo usando una fuente de energía de CD de energía estándar conectada al mismo grupo de bornes. Este es uno de los pocos aparatos de exhibición en la sala donde decidimos “engañar” al público para nuestra propia conveniencia; pensamos que dado que las baterías hacen lo mismo que la fuente de energía, no estaba mal fingir en este caso.
2. Suministro de frecuencia variable de CA / CD. Esto ofreció un problema difícil de diseño, porque se quería que el visitante pudiera variar la frecuencia de 60 Hz. a 0 Hz. y detener el movimiento del seno en cualquier punto, manteniendo un voltaje constante en ese punto. Para esto, digitalizamos un movimiento del seno en 256 puntos y almacenamos los números binarios digitalizados en un EPROM (siglas en inglés para Memoria de solo lectura reprogramable). Se usó un reloj de frecuencia variable (que pueda detenerse) con el fin de que un contador binario permita que la onda del seno digitalizado se conecte a un convertidor digital-análogo (para traducir los números a voltaje de nuevo), y

desde ahí a un amplificador que ponga en funcionamiento todos los aparatos en el panel superior (ver esquema). La salida del amplificador alimenta un nuevo par de bornes.

3. Corriente alterna. Un transformador de filamento Radio Shack® de 12,6 voltios se monta sobre la parte superior de la mesa y se conecta en un tomacorriente instalado también en la mesa. Por razones de seguridad, el tomacorriente se alimenta con 41 voltios de un transformador colocado bajo la mesa, y el segundo transformador convierte esto a 3 voltios aproximadamente. Los cables se extienden desde la salida del transformador a los postes atados.

A la parte inferior del panel de energía se le colocan bisagras de forma que pueda abrirse de arriba hacia abajo; un cable de acero evita que se aflojen sus propias bisagras. Tres colores diferentes de fórmica se adhieren a la superficie de este panel; cada uno demarca una fuente de energía distinta.

Colocamos una instalación fija de iluminación arriba del aparato para darle luz a los rótulos; quizá no necesite una si su museo está mejor iluminado que el nuestro.

Otros experimentos afines

CORRIENTES ELÉCTRICAS

Inducción. Motor con espira de sombra I y II. Corrientes en espiral. Péndulo eléctrico. Velocímetro.

OSCILACIÓN

Analogía de cuerdas. Cuerda vibradora. Rueda en serie armónica. Bandas laterales. Péndulo en fase. Theremin. Timbal. Péndulo de movimiento relativo. Los

efectos visibles de lo invisible. Arpa eólica. Timbres. Bombilla “Bronx cheer”³. Camino aéreo. Efectos calientes. Suspensión. Péndulo caótico. Relámpago AM. Lengüeta. Péndulos resonantes acoplados. Mesa de dibujo. Columna sonora. Radio AM.

Rotulación del aparato

De cero a sesenta

Esta exhibición permite experimentar con la Corriente directa (CD) y la Corriente alterna (CA). El bombillo, el medidor de corriente, el osciloscopio y el altavoz responden a la corriente eléctrica de diferente forma. Todos están conectados al mismo enchufe amarillo, el cual se puede conectar en tres diferentes fuentes de electricidad en el panel inferior.

¿Qué hacer y observar?

Tome el enchufe amarillo y conéctelo en los postes rojo y negro que dicen CORRIENTE DIRECTA. Extraiga el enchufe e insértelo de nuevo hasta la mitad varias veces. Observe el efecto en la bombilla, el osciloscopio, el altavoz y el medidor de corriente.

Extraiga el enchufe, voltéelo de forma que las puntas estén revertidas e insértelo de nuevo. Observe que la bombilla aún brilla; el altavoz se mueve hacia el otro lado; el osciloscopio y el medidor también cambian. Experimente al extraer e insertar el enchufe.

Mueva el enchufe amarillo sobre los postes negro y blanco rotulados “CORRIENTE ALTERNA”. ¿Escucha una nota baja que viene del altavoz?

³ N.T.: Expresión informal empleada para nombrar un sonido que indica burla o desprecio.

Inserte el enchufe amarillo en los postes negro y verde del centro rotulados "CA y CD". La perilla controla la frecuencia con que cambia de dirección la corriente. Gire lentamente la perilla desde cero hasta sesenta y observe la reacción de la bombilla y de los otros aparatos. Al girar el indicador a cero, la corriente deja de variar la dirección; esto no significa cero energía, sino cero cambios. La fuerza y dirección de la corriente se mantienen en el valor en que estaban cuando se giró el indicador a cero.

Medidor de corriente

Indica la fuerza y dirección de la corriente y no responde a cambios bruscos.

Osciloscopio

Este aparato indica las corrientes que cambian con rapidez. Un punto azul va automáticamente de izquierda a derecha en $\frac{1}{5}$ de segundo, trazando una línea de luz. El punto se mueve hacia arriba y hacia abajo en respuesta a los cambios en la corriente.

Altavoz

La corriente en una sola dirección a través del altavoz hace que el cono de éste salga, pero la corriente en dirección contraria provoca la entrada del cono.

Bombilla

La corriente eléctrica en cualquier dirección a través del filamento de la bombilla causa que éste se caliente y brille.

¿Qué sucede?

La corriente puede fluir en cualquier dirección. La corriente eléctrica es el flujo de cargas de electricidad a través de un conductor, como un cable. Un circuito es el

paso continuo a través del cual fluye la corriente. En este aparato de exhibición, al insertar el enchufe en un tomacorriente, se completa un circuito y la corriente fluye a través del medidor, de la bombilla, del osciloscopio y del altavoz.

La corriente directa (CD) fluye sólo en una dirección a través del circuito. Cuando se invierte el enchufe en la fuente de CD, se cambia la dirección en la que fluye la corriente. El medidor, el osciloscopio y el altavoz responden al cambio; la bombilla alumbra sin importar la dirección en la que fluye la corriente.

La corriente alterna (CA) fluye de un lado a otro a través del circuito, cambiando la dirección a intervalos regulares. La frecuencia de la corriente alterna es la cantidad de veces por segundo que la corriente corre de aquí para allá a través del circuito, o sea, el número de ciclos por segundo.

¿Qué aprender?

La electricidad que la compañía eléctrica le suministra a su casa es CA con una frecuencia de 60 ciclos por segundo. La selección de esta cantidad de ciclos para la frecuencia fue algo arbitraria. Si la frecuencia es muy baja, las bombillas parpadearían notablemente (si coloca el enchufe en los postes negro y verde situados en el centro y gira la perilla, puede darse cuenta lo baja que puede estar la frecuencia antes de que observe que la bombilla parpadea). Si la frecuencia es muy alta, la compañía eléctrica perderá más energía durante la transmisión. Dentro de estos límites, puede variar la frecuencia. En Europa, la frecuencia más común no es de 60 ciclos por segundo, sino de 50.

OTROS APARATOS AFINES


Transformador; Analogía eléctrica.

Corriente
 **Directa**

CD significa Corriente directa, lo cual quiere decir que la corriente eléctrica fluye sólo en una dirección a través del circuito. Las baterías son la fuente más común de CD.

CA / CD

La frecuencia de la corriente alterna es la cantidad de veces por segundo que la corriente fluye de aquí para allá a través de un circuito. La perilla inferior controla la frecuencia de la corriente. En cero, la corriente no modifica la dirección; por lo tanto, es CD. El suministro de dicha corriente es un circuito electrónico especial dentro del aparato de exhibición que elaboramos para permitirle controlar la frecuencia.

Corriente
 **Alterna**

CA significa Corriente alterna, es decir, que la corriente cambia su dirección de flujo a una velocidad regular. Cuando el enchufe se inserta en este tomacorriente, la corriente fluye de aquí para allá 60 veces por segundo.

Los tomacorrientes eléctricos en su casa suministran CA a 60 ciclos por segundo. El transformador cambia el voltaje de 120v a 3v.

Informe de Investigación

Introducción

Este Informe es una investigación exhaustiva realizada por el estudiante (traductor) como parte del Proyecto de Graduación de los Seminarios de Traductología de la Maestría en Traducción (Inglés-Español). Este estudio, como consecuencia, trata acerca de temas particulares en torno a la traducción. Por ello, se tiene muy en cuenta el proceso de todo el trabajo realizado para la traducción y posteriormente, se analizan los resultados en el texto meta (TM) para así llegar a una serie de conclusiones y recomendaciones que se exponen también más adelante.

Previo al inicio de la investigación, se buscaron entidades públicas o gubernamentales que requirieran la traducción de algún documento. De este modo, se obtuvo el material facilitado por el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE). Se trata del texto llamado *Exploratorium Cookbook I: A Construction Manual for Exploratorium Exhibits*⁴, escrito originalmente en inglés por su autor Raymond Bruman. Este manual es de naturaleza técnica, cuyos campos principales son la electrónica y el magnetismo. Su contenido muestra las instrucciones que seguir para la construcción de aparatos con los cuales realizar experimentos específicos relacionados con las áreas antes citadas.

El ICE guarda un interés especial en esta traducción. A partir de la inauguración del Museo de los Niños hace aproximadamente nueve años, esta entidad ha mantenido a su cargo una sala de exhibición en este lugar. Se encarga de diseñar,

⁴ Raymond Bruman, *Exploratorium Cookbook I: A Construction Manual for Exploratorium Exhibits*. Vol. 1. (San Fco.: The Exploratorium, 1991.)

mantener y reformar esta área. El propósito es que visitantes de todas las edades, en especial los niños, observen, aprendan y experimenten con la electricidad, el magnetismo y las telecomunicaciones. Hace varios meses, se planeó reformar esta sala, así que se construyó nuevo equipo que permitiera experimentar específicamente con el magnetismo y la electricidad. Estos experimentos funcionan a la vez como juegos didácticos dirigidos básicamente a los niños. Dado que los “juegos” se tomaron de un documento escrito en inglés, fue imprescindible la traducción. Es importante resaltar el hecho de que ya estos aparatos se construyeron y están en la actualidad exhibiéndose en el Museo de los Niños.

Según Bruman, los aparatos se han utilizado en otros museos en Estados Unidos y su éxito se ha comprobado mediante la respuesta positiva del público. También se toman todas las precauciones necesarias para que los usuarios manipulen los juegos y experimenten con ellos de forma segura y divertida. Cada aparato posee una altura acorde con la de los niños y muestra instrucciones claras de manera que se puedan seguir fácilmente. De hecho, en ningún caso es necesaria la presencia de una persona mayor para que acompañe al pequeño. Por estas razones, el proyecto ofrece muy buenas expectativas.

Entre las ventajas que conllevó la realización de la traducción, se debe resaltar sin lugar a dudas el beneficio para el Instituto Costarricense de Electricidad por el aporte técnico del texto. Asimismo, va a ser de mucho aprovechamiento en el Museo de los Niños por su gran contenido educativo y cultural. Todas las personas tendrán la oportunidad de disfrutar de la sala de juegos y, al mismo tiempo, aprender acerca

de los principios de la electricidad y el magnetismo. Finalmente, se pretende también brindar un rato de esparcimiento para todos.

Por las razones antes expuestas, se consideró importante la traducción del texto de Bruman, pues representa un beneficio directo no solo para una sino para dos instituciones. Además, la traducción técnica siempre ofrece aportes de gran consideración para el campo de la traductología y para los traductores en general. En el Informe se brindan ejemplos claros extraídos del *Exploratorium Cookbook I* con la finalidad de analizar problemas concretos de la traducción. Se exponen algunas dificultades en la traducción de textos técnicos y su solución y se le ofrecen al traductor las técnicas para lidiar con ellas. Cabe resaltar que en todo momento la investigación realizada se concentra en los posibles aportes para los traductores. Como ayuda complementaria para el desarrollo de la investigación, se tuvo en cuenta el aporte de autores como V. García Yebra, E. Alcaraz Varó y otros, además de los diversos diccionarios y textos paralelos que sirvieron como modelo. Este trabajo se concentra en los rasgos estilísticos y técnicos del texto original y rescata la importancia de la **precisión** léxica y de la **estilística** general del texto traducido. En particular se resalta el hecho de que tanto el **mensaje** como la **forma** y el **estilo** son aspectos que se deben tener en cuenta en la traducción y que estos aspectos pueden contribuir con la calidad de la versión traducida y que pueden incluso superar la del original. El informe además difiere de otros trabajos por el hecho de que presenta ejemplos de la investigación detallada de los términos técnicos seleccionados, junto con las decisiones que se tomaron para llegar a la equivalencia final.

En lo que se refiere a la organización del Informe, en el Capítulo I, se describe en detalle el texto original, resaltando los rasgos más importantes que lo caracterizan. Además, se consideran aspectos teóricos relacionados con la traductología. Esta sección inicial tiene como objetivo ofrecerle al lector la información necesaria que le facilite su comprensión tanto del proceso llevado a cabo al traducir, como del contenido general del Informe de Investigación.

El primer objetivo general de dicho Informe, desarrollado en el Capítulo II, se concentra en analizar detenidamente la forma y el estilo del TO y en corregir cualquier inconsistencia hallada.

Se consultaron textos paralelos significativos y fuentes bibliográficas teóricas con la finalidad de formarse un criterio claro y amplio en cuanto a las características del estilo de los textos técnicos. Se estableció una forma y un estilo específico que caracterizara al TM mediante la adopción de soluciones que corrigieran las inconsistencias y, de esta manera, lograr un escrito paralelo y claro. Se propuso el empleo de la oración impersonal, en vez del uso innecesario o inadecuado de la oración personal en los textos técnicos y se resaltó el hecho de que la forma organizada de un texto colabora con su estilística general y que un estilo adecuado beneficia la transmisión clara del mensaje.

Específicamente, se estudiaron y compararon aspectos sintácticos y estilísticos en ambos idiomas. Para el desarrollo de los objetivos se tomaron los ejemplos más significativos y se analizó el proceso de traducción en su totalidad hasta llegar a la versión final. Además, se ofrecen las recomendaciones pertinentes dirigidas a otros traductores o a cualquier persona interesada.

En el Capítulo III, se desarrolla el segundo objetivo general que se concentra en extraer del TO algunos tecnicismos y describir el proceso de traducción de cada uno de ellos con el propósito de comparar estos procesos y así llegar a una serie de conclusiones y recomendaciones que beneficien el trabajo de investigación de otros traductores.

A partir de este objetivo general se pretende lo siguiente: comprobar que existen diversos métodos de investigación y que es importante contar con una buena diversidad de fuentes bibliográficas; proporcionar las diferentes equivalencias que puede tener un mismo término y los criterios para seleccionar la mejor opción según lo investigado; considerar el uso cotidiano de los vocablos dentro de la jerga de los especialistas en el campo y dentro del lenguaje común con el fin de encontrar la mejor correspondencia para cada tecnicismo; comprobar si las equivalencias propuestas están aceptadas por la Real Academia Española, e incluir un breve comentario acerca del uso de los extranjerismos en el lenguaje técnico y la posible justificación de su empleo en el español. Todo lo anterior se ejemplifica con frases y oraciones adecuadas que ayuden al lector a comprender mejor el proceso de traducción, además de brindar todos los medios o material bibliográfico con el que cuenta el traductor para realizar su trabajo. Se rescata el hecho de que para cada situación que se presenta durante el proceso es posible encontrar dificultades diversas que requieran métodos de investigación diferentes y que el traductor debe estar al tanto de las herramientas con las que cuenta.

Por último, se pretende que las conclusiones y recomendaciones que surgieron de la elaboración de este trabajo sean de gran utilidad para los traductores y la

traductología en general, sobre todo en las áreas técnicas de la electrónica y el magnetismo.

Generalidades

Introducción

Este capítulo inicial presenta formalmente el texto original (TO) que se tradujo. Se expone un análisis en detalle acerca de los rasgos propios del TO, así como de las características correspondientes del texto meta (TM), en ciertos casos esto se hará a modo de comparación. Por ejemplo, se desglosarán, definirán y aplicarán aspectos como los temas y campos principales del texto, la intención del TO y los objetivos de la versión traducida, el tipo de publicación y el destinatario de ambos textos, algunas características relacionadas con el estilo, entre otros. Además se brindan algunos datos bibliográficos relacionados tanto con el proceso de traducción como con los temas a tratar en los capítulos siguientes.

Reseña del texto original

Esta es una descripción somera del escrito elegido como modelo de estudio para el Informe. Se trata de un manual de 254 páginas llamado *Exploratorium Cookbook I: A Construction Manual for Exploratorium Exhibits*, cuyo autor es Raymond Bruman y sus colegas. El texto está escrito originalmente en inglés y se presenta en blanco y negro. Este material, en forma de fotocopias, lo proporcionó la Oficina de Patrimonio Histórico y Tecnológico del ICE con el fin de que se tradujera y así poder llevar a cabo su plan en el Museo de los Niños. El manual no se tradujo en su totalidad, el personal encargado seleccionó las partes que debían traducirse.

El *Exploratorium Cookbook I* contiene una serie de “recetas” numeradas e ilustradas. Cada una está dividida en varias secciones; entre las principales están la de *descripción* y la de *construcción*. Esta última posee los pasos que se deben seguir para construir un aparato con el cual realizar un experimento que mostrará reacciones físicas, eléctricas o magnéticas, las cuales pueden ser visibles, sonoras o palpables. El fin de cada experimento es enseñarles a sus usuarios algunos fundamentos en cuanto a la electricidad y el magnetismo, además de tratar otros temas afines. Como consecuencia, se afirma que estos aparatos poseen un estilo didáctico, porque comprueban la validez de las afirmaciones y teorías mediante la experimentación y un carácter recreativo, porque funcionan como sencillos juegos dirigidos al público en general. Por la naturaleza del contenido del texto, se encuentra vocabulario de tipo técnico principalmente de los campos de la electrónica y el magnetismo.

Cualquier persona interesada, ya sea un técnico especialista en estos campos o el público en general, puede adquirir este documento u otras publicaciones similares y obtener información complementaria por medio del sitio en Internet del *Exploratorium*, un museo de ciencia, arte y percepción humana, ubicado en la ciudad de San Francisco, CA.

Intención del texto original y objetivos de la versión traducida

El texto original se elaboró para técnicos en los campos supramencionados con la intención de que sirviera como manual o guía de construcción de aparatos para realizar experimentos en exhibiciones, por ejemplo, de museos. Sin embargo, ésta

puede no ser la única intención del texto, pues también es posible afirmar, según el espacio publicitario de este manual en el sitio electrónico antes citado, que esta publicación pretende acercarse a todo el público y exhortarlo a crear su propio museo en casa.

Por otra parte, el objetivo de la traducción, según las exigencias del destinatario, se concentró en dirigir el texto solo a los especialistas (técnicos del ICE) quienes se encargaron de la construcción de los aparatos.

Tipo de publicación del texto original y de su traducción

El texto original, que consta de más de 250 páginas, se presenta en un medio escrito para ser leído. Se publicó en 1991 y es el primero de una serie de tres volúmenes. Su disponibilidad es muy amplia debido a la publicidad que posee en un medio tan fácilmente accesible a nivel mundial como lo es el Internet. Considerando lo anterior, el destinatario es casi ilimitado.

La versión al español se va a presentar en un documento tipo manual que será propiedad de la Oficina de Patrimonio Histórico y Tecnológico del ICE. A diferencia del texto original, la publicación tendrá un destinatario muy limitado, es decir que la disponibilidad será exclusiva.

Actitud del autor hacia el tema

La actitud se refleja en el léxico que escoge el autor y el tono que utiliza en sus frases y oraciones. Raymond Bruman tiende en ocasiones a la subjetividad y, a lo

largo del contenido, muestra una actitud positiva hacia el tema, la cual resulta fácil de identificar mediante el tipo de adjetivos y expresiones que emplea:

This is a fascinating and popular exhibit; some folks enjoy it so much that they take a souvenir globe home with them (153-5).

The apparatus lends itself to a number of interesting operations... (154-1).

Además, Bruman se refiere a los aparatos de exhibición mediante expresiones como “[it] functions superbly”, “[it’s] very trouble free”, [it’s] extremely reliable”, “[it’s] fairly simple to build”. Estas frases se pueden encontrar principalmente en las secciones de cada “receta” subtituladas “descripción” y “críticas y comentarios”, y son escasas en las de “construcción”, donde el autor tiende a ser más neutral en cuanto a su actitud.

Para la versión traducida se determinó reflejar ese rasgo positivo que el autor plasmó en su texto al escribirlo.

Los lectores del texto original y los de la traducción

Como ya se adelantó, los lectores del TO son muy variados: van desde expertos en el campo, hasta el público en general de cualquier lugar del mundo. Sin embargo, existen algunas pequeñas limitaciones. Por ejemplo, la página publicitaria recomienda el manual a personas con edades mayores a los 18 años. Además el

carácter técnico exige un conocimiento suficiente en los campos de la electrónica y el magnetismo. Aunque algunos experimentos son fáciles de realizar, la mayoría de los aparatos necesitan la agilidad de un carpintero para construirlos, y de un experto o buen conocedor que se encargue de las instalaciones eléctricas junto con todas las demás conexiones. En resumen, sí existen algunas restricciones para los lectores. Éstas tienen que ver con su edad, educación, conocimiento del tema y hasta su condición social, puesto que no cualquiera puede tener acceso al Internet o puede pagar los 125 dólares del costo por el manual. No hay limitaciones aparentes en cuanto al sexo.

La nueva versión traducida se tradujo exclusivamente para los expertos en el campo, en específico, para los técnicos del ICE. Entonces se afirma que la restricción de los lectores es mucho mayor, pues por ahora solo los encargados de reformar la sala en el museo tienen acceso al manual. Como ya se especificó, este documento se aprovechó como guía para construir los aparatos de exhibición.

Además, en el documento se incluyen secciones subtituladas *Exploratorium Exhibit Graphics* que se incluyen al final de cada “receta”, las cuales están dirigidas especialmente al público general. Describen con un lenguaje muy simple la forma en la que se debe realizar el experimento y lo que se debe observar, como por ejemplo:

Rub the plastic cover vigorously with your hand and notice the dancing fleas. (Rub hard enough to warm the plastic to produce a good effect.)
(141-2)

The disc is a very simple motor. Like any motor, it converts the flow of an electric current to mechanical rotation (140-3).

Estas dos líneas de arriba le explican al usuario en palabras simples la función del disco que se encuentra ubicado en uno de los aparatos. Como se observa aquí, la sintaxis y el léxico difieren a la resto del documento en cuanto a su complejidad. El vocabulario es de conocimiento general, y las instrucciones son claras con el propósito de seguirlas con facilidad, características que también se tuvieron en cuenta para la traducción.

La idea es que el experto tome esta sección para exhibirla en el museo o sala de exhibición donde se encuentre el aparato. Se concluye que, en este caso, los lectores son todos los usuarios que se acerquen a experimentar. No hay restricciones de edad para el uso de estos aparatos: en general, son para niños y adultos con o sin discapacidades físicas, pues la mayoría de los aparatos se construyeron de manera que un niño pequeño o una persona en silla de ruedas pueda jugar o experimentar sin ningún problema. Asimismo, se recomienda designar a un encargado que esté presente en la sala de exhibición para despejar cualquier duda o para leerles las instrucciones a los niños muy pequeños y a los que sufren discapacidades visuales.

Por tratarse de un texto adjunto con características muy diferentes a las del resto del documento en lo que se refiere a la terminología técnica y al formato, no se tuvo en cuenta para el análisis expuesto en este Informe, pero sí se incluye su traducción.

Campos y temas principales

Los dos campos más importantes que trata el texto son: **la electrónica y el magnetismo**. En las secciones de 'Construcción', por ejemplo, se incluye el funcionamiento y uso de diversos aparatos eléctricos, el empleo de algunos tipos de medidas y la aplicación de ecuaciones, de fórmulas matemáticas y de teorías científicas. Asimismo, con respecto al resultado y las reacciones de los experimentos, se abarcan temas como la percepción humana, los fenómenos físicos y químicos, además de los magnéticos y eléctricos, y la ciencia en general. Todo esto implica que se trabajó con un texto de características técnicas, por lo que el traductor debió prestar un cuidado especial en lo que se refiere al léxico, entre otros aspectos.

La función y el tipo de texto del documento original y de su traducción

La función textual determina también el tipo de documento con el que se trabaja. Según la terminología que emplea Newmark para las funciones textuales, se determina que el texto de Raymond Bruman posee una **función informativa**. La importancia está concentrada directamente en el contenido, característica de los textos técnicos, cuyo lenguaje es formal y cuya voz es en su gran mayoría pasiva:

This exhibit demonstrates the force and direction of the earth's magnetic field. It also demonstrates that a magnetic field is generated around a flowing electric current (80-1).

La función y, por consiguiente, el tipo de texto es el mismo en la versión traducida: un texto informativo.

Tipo de discurso del texto original y de la traducción

En su escritura, Raymond Bruman emplea un discurso de tipo **expositivo**, también llamado **discurso informativo o explicativo**, según la terminología de Kinneavy citado en *El inglés profesional y académico* (2000). El texto contiene hechos y datos acompañados de adjetivos, y su discurso guarda un propósito:

“Transportar un mensaje informativo, que haga referencia a objetos y procedimientos y [...] construir un argumento lógicamente ordenado, de forma que se perciba la relación entre cada una de las partes y el todo”; además, “es propio de una gran variedad de textos, que van desde la definición de un término técnico a las instrucciones para el uso de un instrumento electrónico...” (125).

Estas líneas reflejan muy bien las características del texto de Bruman. Asimismo, el autor utiliza frases y oraciones que tienden a ser largas y complejas en su estructura sintáctica debido a los abundantes detalles y descripciones muy propios de su texto.

El siguiente es un ejemplo de tres oraciones extraídas de un párrafo del TO:

The bottom connection runs across the floor, along with wires from the “on” button, inside of a piece of electrical pancake to the power supply. The current of 350 amperes is produced by a Westinghouse current transformer, type CT-5, with a current ratio of 300 to 5. The AC current is half wave rectified with 2 large 200 ampere stud mounted diodes mounted on cut and bent strips of copper which act as a heat sink (p. 89-1).

También hay que resaltar el uso de estructuras como los sintagmas nominales largos mediante los cuales se consigue “la precisión expresiva de procesos o de

estados muy complejos en la ciencia y en la tecnología” (Alcaraz 2000, p.31). Según Bathia, citado en la fuente anterior, los sintagmas nominales largos son:

“unidades lingüísticas que ofrecen suficientes ranuras o espacios en los que insertar atributos. Los sintagmas nominales son unos componentes privilegiados de la oración que pueden ocupar la posición de sujeto, de objeto, etc., y su objeto es aglutinar en una unidad lingüística el mayor número de notas conceptuales o semas” (Alcaraz 2000, p.31).

En la versión al español, se mantuvieron estos rasgos sintácticos. Además, este lenguaje admite una mayor extensión en las frases y oraciones, a diferencia del inglés. El tipo de discurso es el mismo en la traducción: expositivo.

Modalidad discursiva del texto original y su traducción

De acuerdo con Hatim, Basil y Mason (1995), “la modalidad hace referencia al medio a través del cual se produce la actividad lingüística” (p. 67). Refiriéndose a lo anterior, los autores agregan que la distinción básica está entre lo producido oralmente y lo expuesto por escrito; este último es el que caracteriza el texto de Bruman. Dentro de la forma escrita hay también diversas modalidades que se aplican a diferentes tipos de textos escritos. En concreto, la modalidad discursiva del manual estudiado aquí corresponde a la del medio escrito con la finalidad de ser leído. Esta misma modalidad se pretendió mantener en el texto meta.

Aspectos estilísticos del texto original y del texto meta

Un buen estilo es una característica que todo texto debe poseer y no se justifica el valerse de excusas que eviten que la responsabilidad por un estilo inapropiado caiga en el autor o el traductor.

Entre los detalles estilísticos están las cacofonías, repeticiones, ambigüedades, organización sintáctica y una serie de aspectos que el traductor podría tender a dejar de lado para concentrarse en las palabras y el mensaje. Esto significa que se le puede dar prioridad al contenido, pero no necesariamente a la forma y al estilo.

Al examinar con atención el manual de Bruman, se concluyó que carece de un estilo uniforme no solo en el formato, sino también en la manera de escribir. Por ejemplo, el autor tiende a combinar la oración impersonal y la personal, siendo esta última muchas veces innecesaria. Las líneas siguientes son una muestra de una oración impersonal y otra personal tomadas de la página 79-2 del TO:

“This exhibit uses a small horn magnet.”

“In our⁵ exhibit, we have placed a rubber pad beneath the field gap because rods tend to strike there.”

Contrario a esto, en la traducción, se procuró mantener el uso generalizado de la oración impersonal con el objeto de alcanzar un estilo más consistente y de favorecer la impersonalidad textual común en los documentos técnicos.

Por otra parte, la organización general del texto tampoco guarda un formato definido. Cada “receta” posee su propio “estilo”. Esto se puede notar en el tamaño y ubicación de los títulos, el tipo de letra utilizado, la opción de organizar el contenido en columnas o seguido, etc. En ocasiones, esos detalles pasan desapercibidos

⁵ N.T: Subrayado nuestro.

porque el traductor se concentra principalmente en el contenido semántico y su correspondencia a la lengua de llegada; no obstante, es prudente que toda traducción pase por el proceso de edición y de corrección de estilo.

Por ejemplo, en la versión al español fue necesario crear y mantener un formato nuevo y definido que favoreciera la presentación y organización general y que además funcionara como un recurso estilístico. Un buen traductor debe procurar que su versión sea igual o mejor que el TO. Asimismo se tomó en cuenta la afirmación de Marina Orellana (1998) que dice que “en traducción es de suma importancia emplear el estilo que más convenga al texto original de que se trate” (p. 216) y para lograr esto, también se consultaron diversas fuentes teóricas.

El Capítulo II de este Informe está dedicado al estilo tomando como modelo el texto de Bruman y, consecuentemente, se amplía este tema y se presentan más ejemplos.

Implicaciones técnicas

Dada la naturaleza del TO, sobresalen ciertas implicaciones técnicas que se consideraron en el proceso de traducción. Por ejemplo, el léxico es una particularidad importante. Muchas frases y palabras tuvieron que analizarse a fondo para obtener la traducción más precisa y apropiada de acuerdo con las exigencias del destinatario y las características propias del texto. Es justo aquí donde surgieron dos aspectos por analizar. Primero, se partió de la idea de que aunque los tecnicismos poseen ya una o varias equivalencias en español, siempre es conveniente verificar la validez de dichas equivalencias mediante la investigación. Para esto se utilizaron diversos

diccionarios; se contó con la ayuda de una variedad de textos paralelos en inglés y en español con el fin de determinar el uso de los términos dentro del contexto adecuado y se corroboraron las equivalencias mediante la consulta con un experto.

Segundo, al buscar las equivalencias de ciertos términos del TO, se observó que el especialista usualmente emplea el término en inglés como parte de su jerga común, lo que podría indicar muchas veces “pereza” o negligencia por parte del hablante o una fuerte influencia de su medio. En algunas ocasiones, estos vocablos poseen equivalentes en español, pero no se emplean porque se desconocen o porque no forman parte de la jerga del grupo en cuestión. Es común que se deba a la gran influencia del inglés, por lo que se tiende a contaminar el español. En otros casos, los términos definitivamente no poseen equivalentes en español, así que se utiliza el término en inglés o alguna variación de éste para adaptarlo de una manera u otra a nuestro lenguaje en calidad de préstamo. Para la traducción en general, uno de los criterios tomados en cuenta para seleccionar las equivalencias fue la búsqueda de la **precisión**. Además, con el fin de realizar un estudio más detallado de los tecnicismos y mostrarlo paso a paso en este Informe, se extrajeron del texto los ejemplos más significativos.

Aportes generales a la traductología

El análisis técnico y estilístico, junto con otros problemas específicos que surgieron en el proceso de la traducción, servirá de guía o referencia para otros traductores, así como para los especialistas en la materia. La solución de ciertos problemas en las palabras o en las frases específicas aclarará dudas que en algún

momento pudieron haberse suscitado y, por consiguiente, ayudará a los traductores a resolver problemas similares o a tomar como modelo los procesos investigativos detallados aquí. Una respuesta acertada para un problema específico de la traducción técnica puede consolidar más el español o, en otros casos, expandir las fronteras de este idioma. Asimismo, el contenido junto con las conclusiones y recomendaciones específicas que ofrece este Informe no solo significan un aporte general a la traductología, sino que también representan una gran ayuda para otros colegas que empiezan a practicar su profesión.

Fuentes bibliográficas empleadas

Cada traducción implica una investigación y presenta dificultades que deben resolverse con el fin de obtener un buen resultado. Para este propósito, se contó con textos o autores apropiados que aclararon ciertos aspectos en cuanto al proceso de traducción y a la traductología en general. Tomando el caso específico del texto que forma parte de este Proyecto de Graduación, es importante resaltar el estilo general y, sin duda, los tecnicismos. Para el análisis del estilo, se tomó como base de estudio el libro de Enrique Alcaraz Varó *El inglés profesional y académico* (2000) en donde se exponen los casos de varios tipos de documentos técnicos junto con las particularidades de cada uno, la sintaxis, por ejemplo. También se utilizaron otros textos como el de Leonardo Gómez Torrego *Manual del Español Correcto* (2000) y su capítulo "Cuestiones de Estilo". Para el área técnica, se consultaron textos paralelos como el de Julio Palacios (1959) y Luis Cantú (1975) que se refieren a la electrónica y al magnetismo. Se utilizaron diccionarios especializados como los de

Mariano Mataix (1978), sin dejar de lado los diccionarios bilingües y monolingües en inglés y en español. Se contó con la ayuda de los técnicos del ICE y de otros expertos.

Otras fuentes complementarias, pero no menos importantes son los manuales de traducción, como el de Zaró, J.J. y M. Truman, *Manual de traducción* (1999) y el de García Yebra, *Teoría y práctica de la traducción* (1982).

Seguidamente, se presentará en forma concreta y detallada la investigación, objeto de la realización de este Informe.

La forma y el estilo del texto de Bruman

Al iniciar el proceso de traducción, en especial el de un texto escrito, siempre hay un análisis consciente o inconsciente de los aspectos relacionados con el estilo del TO. En la mayoría de los casos, se mantiene el estilo del texto respetando la decisión del autor o editor, ya que existen diversos motivos que llevan a presentar un estilo particular en un documento dado.

No obstante, esto no quiere decir que el traductor en todo momento deba ser estrictamente fiel a la forma del texto por traducir. Primero, la intención que encierra el TO puede diferir a la del TM y, por esto, se hace necesario variar el formato. Los posibles cambios también dependen de las exigencias del destinatario o del cliente. Segundo, es posible realizar modificaciones en caso de que el traductor considere que no existe consistencia a lo largo del documento, es decir, que no hay un estilo definido.

Esto último es precisamente lo que caracteriza al texto de Bruman. Como se mencionó antes, algunas veces la forma de un escrito encierra propósitos específicos, como por ejemplo, causar alguna reacción en el lector. En otras ocasiones, el objeto es solo organizar el contenido con el fin de adjuntar cuadros, ilustraciones, esquemas, notas, etc. Esta organización textual planeada y definida en forma previa y que obedece a razones específicas representa un recurso estilístico.

Sin embargo, algunas de las inconsistencias encontradas en el *Exploratorium Cookbook I* no se justifican con ninguna de las razones anteriores y por este motivo

se tomó la decisión de establecer un formato determinado que caracterizara a la traducción, sin alejarse totalmente de ciertos rasgos estilísticos originales.

Una razón de la falta de un estilo uniforme en el manual de Bruman puede ser que el autor no es en realidad un escritor que, como lo exige la profesión, se preocupa por plasmar de la mejor manera sus ideas, sino una persona con un oficio diferente que redacta de forma descuidada. Otra posibilidad es que el manual haya resultado de un material que simplemente se compiló y no pasó por el proceso de edición. Pero antes de continuar con el análisis de fondo acerca del texto estudiado, se definirá primero los conceptos de estilística, forma y estilo.

La estilística es el estudio del estilo. En lo que respecta a la forma y el estilo, estos dos términos están estrechamente vinculados; de hecho, según los diccionarios, son sinónimos. A modo de ejemplo, el *Pequeño Larousse Ilustrado* (1990) define la 'forma' como el "estilo de una obra literaria" (p. 477) y tiene que ver con la estructura, la configuración y el aspecto. Por otro lado, el 'estilo' es el "modo de escribir" (p. 439). *The American Heritage Dictionary* (1976) incluye la siguiente definición de 'estilo' (entre otras acepciones): "a customary manner of presenting printed material, including usage, punctuation, spelling, typography, and arrangement" (p. 1280). Dentro de las acepciones de 'forma' se encontró: "style or manner of presenting ideas or concepts in literary or musical composition or in organized discourse" (p. 516). Y el *Diccionario de lingüística aplicada y enseñanza de lenguas* (1997) dice que la 'estilística' "es el estudio de la variación de la lengua (ESTILO) que depende de la situación en que ésta se emplea y también del efecto que quien escribe o habla desea crear en el lector u oyente [y] normalmente se refiere al

estudio de la lengua escrita... (p. 184). En cuanto al 'estilo' dice que es la "variación en el habla o la escritura de una persona" (p. 184).

Dado que las definiciones de ambos términos son tan semejantes, se hará una pequeña distinción para propósitos de estudio en el presente capítulo. La **forma** se referirá a la **organización general del contenido**, teniendo en cuenta los elementos no verbales y los rasgos suprasegmentales, y **el estilo** será el **modo de escribir y concretar las ideas**, prestándoles atención especial a las oraciones.

A continuación, se mostrará un análisis de las diversas inconsistencias estilísticas encontradas en el manual de Bruman. Se incluyen además ejemplos y propuestas a modo de solución de problemas para mejorar la versión traducida.

I. La forma: organización general del contenido, elementos no verbales y rasgos suprasegmentales.

Después de estudiar los aspectos generales de forma del TO, se escogieron los rasgos más representativos o problemáticos para estudiarlos de manera detallada en esta sección. Esos rasgos son los siguientes: columnas, títulos y subtítulos, tipos de fuente e ilustraciones.

A. Columnas

Generalmente, el contenido del texto original se organiza en dos columnas por página alineadas a ambos lados. Sin embargo, se encuentran tres variantes en cuanto al tipo de columnas: en ciertas ocasiones, la columna de la izquierda es más angosta; en otros casos, la de la derecha es más delgada que la de izquierda y, por último, algunas páginas presentan columnas del mismo ancho. Además, otras

secciones ni siquiera incluyen ninguno de los tres formatos anteriores: no se usan columnas. Esto quiere decir que a lo largo del documento se emplean cuatro formas diferentes para organizar los párrafos.

A veces, el uso de ilustraciones y otros elementos no verbales obliga a un cambio en el orden específico del texto por razones de espacio y orden. Pero a pesar de esto, no existe una razón justificable aparente para la falta de uniformidad en este sentido. La inconsistencia general provoca que el texto luzca descuidado y el contenido se muestre desorganizado. Si bien el traductor debe preocuparse por transmitir el mensaje de la mejor forma, también debe encargarse de hacerlo ordenadamente, porque el trabajo de un traductor se asemeja al de un escritor quien posee la sensibilidad y la destreza no solo de escribir, sino de saber hacerlo bien. Por este motivo, se buscó la forma de solucionar el problema en el TO. Se propuso hallar un orden particular para el texto meta: se eliminaron las columnas.

Es importante resaltar también que en la traducción no se acomodó el texto en función de las ilustraciones, por lo que esto no significó un problema. Ciertamente, lo anterior exigiría mayor tiempo de edición. Este tema se ampliará más adelante.

B. Títulos y subtítulos

Cada “receta” en el manual de Bruman es fácilmente identificable porque cada una inicia en una página nueva y porque el título principal tiene letras grandes y resaltadas con negrita, además de que va seguido de un dibujo que sobresale por su gran tamaño, el cual ilustra el aparato que se pretende construir para realizar el experimento.

No obstante, los títulos se presentan en diferentes formas. Al estudiar el contenido del manual, se encontraron tres tipos de títulos:

1. Alineado a la izquierda, con borde inferior (p. 79-1), como a continuación:

Magnetic Tightrope

2. Alineado a la izquierda, sin borde inferior (p. 87-1), así:

Black Sand

3. Centrado, sin borde inferior (p. 89-1), de la siguiente manera:

Circles of Magnetism I

Estas tres formas se utilizan constante y desordenadamente a lo largo del texto. Desde el punto de vista estético, lo anterior debe evitarse y, más aún, eliminarse, ya que muestra un aspecto descuidado. Por esta razón, una vez más, se intentó uniformar el estilo al elegir sólo una de las versiones anteriores: el título centrado, en negrita, con una fuente de escritura un tanto más grande que la del texto que lo sigue y sin el borde inferior, tal como lo ilustra el tercer ejemplo de arriba. El uso del borde inferior, junto con las letras resaltadas por su color y su tamaño se considera un exceso y, por esto, se debe eliminar. Además, se optó por el título centrado y no alineado a la izquierda para distinguirlo de los demás subtítulos que vienen más adelante.

En cuanto a la presentación de los subtítulos, se observó que en el TO éstos se presentan en negrita y poseen una fuente ligeramente más grande que la de los

párrafos. La traducción, por otro lado, usa el mismo tamaño de letra para los subtítulos y para el resto del contenido, pero los primeros se identifican por el uso de la negrita. Estos cambios se conservaron a lo largo de la traducción.

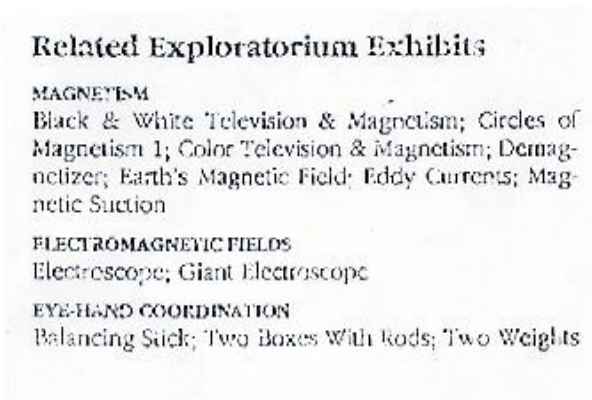
C. Tipos de fuente

Cuando se establece un formato para un documento dado, se debe tomar en cuenta muchos detalles y algunos de ellos son tan sutiles que a veces los olvidamos o simplemente les restamos importancia. Por el contrario, otros aspectos que caracterizan la forma son tan comunes o se emplean de manera tan automática que sólo los pasamos por alto. De hecho, esto fue lo que sucedió al analizar el estilo en el manual de Bruman para la investigación de este capítulo: el tipo de letra fue lo último que se consideró. Nunca se consideró que hubiesen problemas en este aspecto, pero así fue. El TO presenta básicamente dos tipos de letra. Una es muy parecida a la *arial* y la otra se asemeja a la *courier*, ambas muy comunes en los textos escritos. A modo de ejemplo, se tomaron del TO los siguientes párrafos:

<i>Arial</i> (p. 80-1)	<i>Courier</i> (p. 88-1)
<p>Description</p> <p>This exhibit demonstrates the force and direction of the earth's magnetic field. It also demonstrates that a magnetic field is generated around a flowing electric current.</p> <p>In Earth's Magnetic Field, electric current flows through a coil of wire. Electric current flowing in this coil generates a magnetic field with a rather complex shape. At the center of the coil, however, the field is fairly uniform, with the lines of force running perpendicular to the plane of the coil. The coil of wire is oriented so that the lines of force at the center are aimed in a direction almost opposite to the magnetic field of the earth.</p>	<p>Description</p> <p>This exhibit lets people experiment with electrical circuits by allowing them to construct simple circuits of their own design. Insulated wire with stripped ends is supplied to make the connections between various pieces of electrical gear housed under clear plastic with their terminals sticking through. A couple of example circuits are shown in the graphics to get the person started. The experimenter is encouraged to try his own ideas out to see if they will function.</p>

Cada ejemplo pertenece a “recetas” distintas dentro del mismo documento. Las diferencias de letra son claras y no cabe duda de que esto se debió a una falta de edición. Además, existen inconsistencias más notables en secciones que cada “receta” incluye al final tituladas “Otros experimentos afines”. Estos tres ejemplos ilustran mejor la situación:

p. 79-2



p. 88-4

Related Exploratorium Exhibits

Series Parallel Circuit
DC Motor Generator I and II
Hand Cranked Generator

p. 141-2

Related Exploratorium Exhibits

Charge Separation

Corona Motor; Electrostatic Generator I-III; Energy vs. Power; Finger Tingler; Hertz Resonator; Giant Electroscope; Slow Charge/Slow Discharge; Thermionic Emission; Tube Amplifier; Very Slow Electric Oscillations; Argon Candle.

Electric Polarization

Pluses and Minuses; Polaroid Projector.

Electric Fields and Forces

Electric Fish; Photoelectricity; Electroscope; Phototube; AM Lightning; Induction; Polaroid Sunglasses; Shaded Pole Motor I & II; AM Radio; Electric Pendulum.

Electric Induction

Tesla Coil; Fading Tone.

Al examinar estos y otros casos, se concluye que existen diferencias no solo en el tipo de fuente utilizada, sino también en el tamaño de ésta, entre otras inconsistencias de forma.

Una persona que escribe documentos formales para ser publicados, así como un traductor, debe tomar en cuenta la letra como aspecto crucial para la forma de su texto. Las letras también poseen sus rasgos y sus detalles, los cuales deben al menos considerarse pensando en los futuros lectores. Por ejemplo, existen libros de lectura rápida (como el *Curso completo de lectura rápida en 12 lecciones* de Antonio Blay Fontcuberta, 1971) que explican que el proceso de lectura es más rápido y ameno si se utiliza un tipo de letra adecuado y un recomendado espaciado entre caracteres y entre las líneas de los párrafos.

Además, las letras poseen un orden de importancia según el formato que se utilice para ellas. El rango más alto lo tienen las letras MAYÚSCULAS y resaltadas con **negrita**; a éstas las siguen las VERSALES (mayúsculas pequeñas); después está la *cursiva* y, por último, la letra redonda (letra común). Finalmente, para un texto escrito, se escoge la letra adecuada para los títulos, subtítulos y otras palabras, frases u oraciones que se quieran resaltar, lo cual se complementa asimismo con el uso de la puntuación. El conjunto de todos estos detalles son parte del estilo de un escrito.

Tomando en cuenta lo anterior y analizando el TO, se estableció un formato uniforme para la letra de los títulos, subtítulos y el texto general del TM. Para cumplir con las especificaciones de formato para la entrega de esta la traducción, se empleó

la letra *arial* de doce puntos, aunque los títulos poseen un tamaño de 14 puntos con el fin de resaltarlos.

D. Ilustraciones

En su manual, Raymond Bruman describe, entre otras cosas, las partes que conforman ciertos aparatos y sus mecanismos internos. Debido a que se pretende que el lector sea capaz de construir los aparatos y realizar los experimentos descritos por el autor, es imprescindible emplear otros recursos no escritos para facilitar la comprensión de lo expuesto. Por ello, en el texto abundan las ilustraciones de todo tipo: dibujos de cada uno de los aparatos de exhibición con los que se realizan los experimentos (incluidos al inicio de cada “receta”), dibujos de los controles internos de ciertos dispositivos (algunos de ellos poseen flechas para señalar y nombrar las partes importantes), diagramas, esquemas de circuitos eléctricos, además de ecuaciones, fórmulas, unidades de medida, etc. En fin, las “recetas” cuentan con gráficos que van desde complejos esquemas del tamaño de una página, hasta dibujos pequeños y sencillos.

Los elementos no verbales son, sin duda, un recurso muy válido y justificado en un texto técnico, pues son medios empleados con gran éxito para aclarar el mensaje. También, representan una herramienta útil que evita que el texto se vuelva aburrido, cansado y hasta complicado debido a las largas y detalladas descripciones que contiene.

La importancia de las ilustraciones es clara y definitiva y, según el análisis del TO en cuanto a este aspecto, adquieren mayor relevancia para efectos de una

traducción porque algunas explicaciones resultarían prácticamente incomprensibles si no fuese por la ayuda de los gráficos. En otras ocasiones, se omiten ciertos detalles en el contenido porque de hecho la ilustración adjunta posee la información necesaria. Asimismo, la investigación realizada con los textos paralelos tanto en inglés como en español, comprueba la relevancia del uso de las ilustraciones, pues estos también se caracterizan por la utilización y abundancia de ellas.

Indiscutiblemente, toda traducción debe poseer cada uno de los elementos gráficos del TO, a excepción de algún requerimiento o especificación particular del cliente o del destinatario. La traducción presentada para el Proyecto de Graduación omite las ilustraciones por motivos de longitud (ver anexo 2 en donde se exponen algunos gráficos a modo de ejemplo); sin embargo, el texto traducido que se va a entregar al ICE incluye todos los gráficos.

Seguidamente, se estudiarán otros rasgos que también caracterizan la forma de un texto. Estos aspectos no son tan superficiales como los anteriores; más bien, es necesario adentrarse un poco más en el contenido y el mensaje del texto para identificarlos.

II. El estilo: modo de escribir y de plasmar las ideas

En esta parte se analizan tres aspectos: la oración personal e impersonal, la personificación y la oración pasiva. Al igual que en la sección anterior, estos rasgos se escogieron dada su importancia en el TO y debido al aporte que resulta de su investigación .

A. Oración personal e impersonal

Bruman tiende a mezclar la oración impersonal y la personal, combinando en esta última los pronombres personales *I* y *we* (primera persona del singular y primera del plural, respectivamente) y utilizando también el pronombre posesivo *our* en diferentes partes de la oración:

By measuring the resistance of our coils, I've been able to estimate, roughly, the number of windings in each (p. 154-1).

En la traducción, se procuró evitar lo anterior utilizando con más frecuencia la oración impersonal no solo para lograr un escrito más consistente en este sentido, sino también para mantener la impersonalidad textual característica de los documentos técnicos:

Al medir la resistencia de las bobinas, se puede estimar la cantidad de vueltas en cada una de ellas (p. 60).

Los siguientes son otros ejemplos:

You may be able to substitute one of the newer rare earth magnets or even an electromagnet for our radar magnet (p. 92-2).

Este imán de radar se podría sustituir por uno de los nuevos imanes de tierras raras y hasta por un electroimán (p. 30).

Below is a list of devices to be found in the exhibit along with any modifications we've made to them to make their operation more transparent (p. 88-2).

A continuación se ofrece una lista de dispositivos encontrados en el aparato de exhibición, junto con las modificaciones que se les han hecho para darle más transparencia al funcionamiento (p. 15).

En ciertas ocasiones, se justifica el uso de los pronombres personales por parte del autor porque se hace referencia a una experiencia suya o a un caso particular:

Replacing the compasses is rather time-consuming. We replace ours every six months or so (p. 89-3).

The pivot must be as free from friction as possible—ours has ball bearings on its shaft (p. 144-1).

En esta situación concreta, sí se decidió mantener el carácter personal en la traducción:

El reemplazo de las brújulas consume mucho tiempo; nosotros lo hacemos cada seis meses más o menos (p. 20).

El pivote debe estar tan libre de fricción como sea posible (el que utilizamos tiene cojinetes de bolas en el eje) (p. 47).

Sin embargo, en los textos técnicos no es común encontrar pronombres personales al inicio de las oraciones. Por el contrario, una característica muy especial de los documentos científico-técnicos, es el uso de la oración impersonal. Se tiende a ocultar el agente para dar paso a otros datos más importantes y así se contribuye con la objetividad del texto (Alcaraz 2000, p. 26-27). Los textos paralelos en inglés confirman lo anterior; además, los que están escritos en español también presentan esta característica impersonal.

Además, para solucionar el uso de la combinación improvisada de las oraciones personales e impersonales, se establece, en la traducción, el uso generalizado de la oración impersonal, ya que es precisamente ésta la que abunda en los documentos técnicos.

B. Personificación

Además, la impersonalidad textual da lugar a otra manifestación literaria como lo es la **personificación**, que “consiste en otorgar la cualidad de persona o de agente de una acción a lo que son los resultados de ésta” (Alcaraz 2000, p. 29). Entonces, aparte de otorgarle un lenguaje figurativo al texto, la personificación también funciona

como recurso estilístico favoreciendo la objetividad. Estos son algunos ejemplos tomados del TO:

The original recipe includes no information on how to separate the leg from the grasshopper (p. 120-3).

Giant Electroscope allows one to perform various experiments and activities with electrical charges (p. 90-1).

This exhibit demonstrates the effect of small electrical shocks on the leg muscles of a grasshopper (p. 120-1).

La personificación es un recurso igualmente utilizado en los textos técnicos en español, por lo que esta técnica se conservará en la traducción. Dos ejemplos de personificación encontrados en los textos paralelos estudiados son los siguientes:

El electroscopio va a permitirnos adquirir el concepto de carga eléctrica (Palacios 1959, p. 27).

Un campo eléctrico es capaz de aplicar fuerzas sobre las cargas de un conductor y, por tanto, de comunicarles movimiento (Grompone 1969, p. 89).

C. Oración pasiva

Esta es una forma verbal muy característica del inglés, no sólo en los textos de naturaleza técnica, sino en los textos en general. En el manual estudiado, esta particularidad es muy notable. Como ilustración se tomaron estas oraciones:

The disk is mounted on a $\frac{3}{8}$ " diameter steel shaft, which is supported from below by two bearings mounted 2" apart in a block of aluminum (p. 140-1).

El disco se coloca sobre un eje de acero de $\frac{3}{8}$ " de diámetro, el cual está sujeto desde abajo con dos cojinetes montados sobre una pieza de aluminio separados entre sí a 2" (5,08 cm) de distancia (p. 34).

Our carbon brush assembly was taken from a 6 volt Volkswagen generator... (p. 140-1).

El montaje de la pastilla de carbón se tomó del generador de 6 voltios de un Volkswagen... (p. 35).

La construcción pasiva en el español no es tan común, pero tampoco es extraña. Se usa especialmente para contenidos con carácter neutro y poco expresivos, según Gómez Torrego en su libro *Manual de español correcto* (2000, p. 337). Las formas pasivas tienen la desventaja de ser lentas y rígidas, al contrario de las oraciones

activas que son más dinámicas y rápidas, aparte de que contribuyen dándole vida al texto. Gómez Torrego afirma que “muchas construcciones pasivas aparecidas en la prensa escrita y en la traducción de algunos libros son una clara muestra de desconocimiento de la inadecuación entre la pasiva en lenguas como el francés y el inglés (muy usada) y la pasiva en castellano (poco frecuente). Eso hace que algunos escritos desprendan un tufillo entre pedante y foráneo” (2000, p. 337).

Entonces, para solucionar lo afirmado por este autor, la pasiva del inglés se cambia por la pasiva con se o pasiva refleja en español, como se observó en los ejemplos anteriores. Sin embargo, Jean Maillot expresa en *La Traducción científica y técnica* (1997), en su capítulo acerca del estilo, que no hay que traducir sistemáticamente las construcciones pasivas por la forma activa, ni tampoco se debe abusar de la pasiva con se. De hecho, algunas construcciones pasivas se mantienen en la traducción.

La utilización de formas pasivas, las oraciones personales o impersonales y otras construcciones empleadas para plasmar las ideas son todas parte del estilo y la “personalidad” del texto. El uso adecuado de los recursos estilísticos definitivamente contribuirá no solo con el buen aspecto del escrito en su totalidad, sino también ayudará a transmitir más claramente el mensaje. El estilo es importante porque es el “sello propio que el escritor da a sus obras por virtud de sus facultades y medios de expresión [y] es la calidad que resulta al elegir entre estos medios de expresión” (Orellana 1998, p. 213).

Con todos los cambios anteriores, en cuestiones de forma, se pretende que el texto luzca mucho mejor en su nueva versión. La traducción quedará libre de

“contaminaciones” del TO que intenten afearla o oscurecer su contenido por falta de un estilo organizado. En este sentido, el destinatario se beneficia porque un texto ordenado le facilitará la lectura y le será más agradable a la vista.

Como traductores, el sentido de un texto es importante por su transmisión de ideas y de contenido, pero también es importante recordar que la forma favorece al sentido; en otras palabras, el formato es tan relevante como lo es el mensaje, por lo que no debemos pasarlo por alto.

Es importante recalcar que hay rasgos estilísticos que se siguieron con el fin de cumplir con las directrices del Proyecto de Graduación. El formato de la traducción presentada para este Informe final es muy diferente al formato que se mantendría en otra situación. Algunos de los aspectos que se deben seguir estrictamente son el espacio doble, la configuración de las páginas y el tipo y tamaño de letra, además de que se decidió eliminar los gráficos. En una situación real, todos los aspectos anteriores cambiarían para cumplir con los requisitos de publicación o las exigencias del cliente. Por ejemplo, la traducción que se debe entregar al ICE debe incluir absolutamente todas las ilustraciones que se incluyen en el TO. Sin embargo, no se especificaron detalles en cuanto al formato de publicación. Es preciso hacer ver que este es solo un hecho aislado, pero la situación puede ser muy diferente en cada trabajo que se realice.

Finalmente, como conclusiones y recomendaciones para los traductores, se presentan los siguientes puntos:

1. Además de prestar cuidado a la traducción de las palabras y su mensaje, también se debe revisar el **estilo** con el que se van a plasmar las ideas, ya que este conforma la “personalidad” del texto en sí.
2. Se debe tener presente que un estilo uniforme y característico del tipo de texto con el que se está trabajando no solo favorece la lectura sino también la comprensión de la información contenida en este texto.
3. Es válida la ayuda que proporcionan los textos paralelos para corroborar y emplear el estilo que más convenga al texto traducido (en caso de que el traductor no esté seguro de mantener el estilo del TO).
4. El traductor debe ser como el escritor que se preocupa no solo por saber escribir bien, sino que además cuida cada detalle de la presentación del texto.
5. Es importante saber que el estilo es un medio por el cual un traductor es capaz de mostrar sus destrezas y virtudes, sobre todo si su versión supera a la versión original.

Se puede afirmar que este capítulo apenas se dedicó a unos cuantos detalles, los cuales se seleccionaron y estudiaron debido a su importancia en el TO. Ciertamente, el estilo tiene que ver con muchísimo más: el uso correcto del vocabulario (tecnicismos, preposiciones, adverbios, etc), la precisión, las repeticiones y redundancias y, en general, la coherencia y la cohesión textual. Asimismo, el estilo posee gran relación con los campos de la sintaxis y la semántica. Para instruirse más acerca de las cuestiones estilísticas textuales, existe gran variedad de libros y manuales que se pueden consultar tal como el *Manual de español correcto* (2000) de

Leonardo Gómez Torrego. Un libro más sencillo, pero no menos útil, es el de Marubeni Varela *Redacción y ortografía: una opción para todos* (1993). Esta fuente es práctica y ofrece ejercicios de identificación y corrección de errores para aquellos que se están iniciando en el aprendizaje de la lengua española y la buena redacción.

A continuación se estudian problemas específicos de la traducción en el campo de los tecnicismos.

El proceso de traducción de algunos de los tecnicismos encontrados en el texto original

Es prácticamente imposible encontrar un texto que no contenga algún término que necesite ser consultado en el diccionario o en otra fuente. En la actualidad, la mayoría de los trabajos de traducción abordan temas sobre especialidades de algún tipo, es decir, que muchas veces el traductor no va a encontrarse con un texto de vocabulario “fácil” o común en el lenguaje diario. Todas estas palabras que forman parte de la jerga de un campo especializado se llaman **tecnicismos**.

Los tecnicismos merecen un lugar muy especial dentro de la traductología. Muchos autores y traductores (F.A. Navarro, M.A. Alcaraz, J. Maillot, entre otros...) han escrito sobre ellos y recomiendan las mejores técnicas para brindarles una equivalencia a estos términos que muchas veces se “descubren” por primera vez en el texto original. Sin embargo, este trabajo expone paso a paso el proceso de investigación de términos específicos encontrados en el TO y, pretende, entre otras cosas, mostrar que los procesos investigativos no son los mismos para todos los casos y que no se debe ni se puede discriminar ninguna fuente bibliográfica a la hora de hacer un análisis.

El manual de Bruman presenta gran cantidad de vocabulario técnico en el área del magnetismo y la electricidad. Para el traductor que no es especialista en estos campos, lidiar con este texto es, en cierto modo, un desafío. La dificultad técnica lo impulsa a valerse de herramientas y métodos valiosos con los cuales trabajar.

En la lengua española, por ejemplo, es común hallar extranjerismos y préstamos en diversos tipos de texto, así como en las traducciones. Esto se debe a la gran influencia de otras lenguas en especial del inglés, sobre todo cuando se abarcan temas de áreas especializadas y de última tecnología. Como lo afirma García Yebra en *Teoría y práctica de la traducción* (1982), “no hay ninguna lengua conocida que pueda considerarse lengua pura”; además, este autor comenta que “con frecuencia los préstamos entran en una lengua por el canal de una traducción” (p. 335). Entonces, el reto para el que traduce es manipular este tipo de términos y brindarles equivalencias, acercándose lo mejor posible a la lengua meta, en este caso, al español. No se trata de dejarse vencer por la pereza o la ignorancia aunque “la ignorancia en sí no es nada malo [...] lo verdaderamente grave es la combinación de ignorancia y pereza (o comodidad); es decir, cuando uno desconoce el significado de una palabra y además no se toma la molestia de buscarlo” (Fernando A. Navarro citado en Leandro Félix (1997), p.1087).

Para iniciar el desarrollo de este último capítulo, a continuación se explica en forma breve el proceso paralelo de la investigación de los términos técnicos y del avance de la traducción del texto original:

- a. Al obtener el texto, se realiza una primera lectura de reconocimiento general.
- b. Se trabaja en la primera versión utilizando primero los diccionarios bilingües generales y se dejan “en espera” los términos más complicados.
- c. Se prosigue la investigación con diccionarios especializados. La cantidad de términos pendientes por investigar es cada vez menor. Se continua revisando,

editando y mejorando la traducción y se da lugar a nuevas versiones. La investigación y el TM prácticamente se consideran terminados.

- d. En esta etapa, se detecta la situación estilística del texto de Bruman (comentada en el capítulo anterior) y se dedica un tiempo para el análisis y corrección de las inconsistencias halladas. Conforme pasa este proceso, también se siguen estudiando los tecnicismos. Se recurre ahora a los textos paralelos en inglés y en español, además de realizar diversas consultas a los especialistas.
- e. Se define un formato, el cual se aplica en la nueva versión, y se continúa con la investigación de los restantes términos técnicos.

En este momento, la traducción ya estaba “lista” en cuanto a su redacción, edición y detalles de forma.

Dada la naturaleza técnica del texto de Bruman, durante todo el proceso de traducción siempre tuvo prioridad la traducción precisa, clara y adecuada (según el contexto) de los tecnicismos y de otros términos semitécnicos que también presentaron “problemas” de traducción. Se considera que esta concentración especial en cuanto al léxico fue la que provocó que se pasaran por alto otros aspectos importantes como el estilo. Por supuesto, este hecho sucedió en este caso específico y no se pretende generalizar. Sin embargo, se debe tomar como experiencia para futuros trabajos de traducción.

Una vez presentada la idea general del proceso de traducción, se exponen seguidamente los detalles en cuanto a los tecnicismos.

El primer paso llevado a cabo fue el análisis de los términos técnicos más usados en el texto, sin tomar en cuenta su dificultad. Se hizo una lista de ellos y se clasificaron por área (magnetismo o electrónica); además, se enlistaron los verbos, materiales, aparatos, medidas, abreviaturas y otros vocablos más utilizados que estuviesen relacionados con los términos técnicos (ver listas en anexo 1). Esto se elaboró con el objetivo de ilustrar un panorama general del texto referido al léxico, así como para conocer e identificar la variedad de los términos.

El resultado fue interesante. A primera vista se notó que la mayoría de los términos eran muy transparentes. Como ilustración, se muestran algunas de las palabras de la lista de electrónica:

<i>electric</i>	<i>current</i>	<i>diode</i>	<i>conductor</i>
<i>charge</i>	<i>capacitor</i>	<i>rectifier</i>	<i>electrode</i>
<i>electron</i>	<i>electricity</i>	<i>connection</i>	<i>vector</i>

Sin embargo, esta transparencia puede significar una trampa para el traductor en ciertos casos:

TÉRMINO ORIGINAL	TRADUCCIÓN INCORRECTA	TRADUCCIÓN CORRECTA*
<i>Magnet</i>	Magneto	Imán
<i>Compass</i>	Compás	Brújula
<i>Insulator</i>	Insulador	Aislador
<i>Plate</i>	Plato / Placa	Lámina

* Según el contexto

En estas ocasiones es preferible consultar fuentes bibliográficas como los diccionarios, ya sean comunes o especializados, para corroborar la equivalencia

precisa y adecuada de los términos. La palabra *magnet* del ejemplo anterior, la cual es muy común y a simple vista fácil de traducir, es un caso curioso. ¿Se traduce como “magneto” o “imán”? Según el *Diccionario de la Real Academia* (DRAE) del 2001, estas dos palabras verdaderamente existen en español; sin embargo, **no poseen el mismo significado**. “Magneto” se define como “generador de electricidad de alto potencial, usado especialmente en los motores de explosión”, mientras que “imán” es un “mineral de hierro de color negruzco, opaco, casi tan duro como el vidrio, cinco veces más pesado que el agua, y que tiene la propiedad de atraer el hierro, el acero y en grado menor algunos otros cuerpos”. Por lo tanto, de acuerdo con el contexto del escrito original, la equivalencia válida es “imán”. Lo mismo aplicaría para el vocablo *electromagnet*, cuya equivalencia sería “electroimán” y no “electromagneto”. Además, se debe prestar cuidado al traducir “magneto” al inglés, pues de acuerdo con Biegbeder en su *Diccionario Técnico* (1996), la equivalencia puede ser *magnet* o *magneto* (p. 1046).

Asimismo, se seleccionó vocabulario relacionado con los diferentes tipos de imanes:

Horseshoe magnet = imán de herradura

Cow magnet = imán para ganado

Rare earth magnet = imán de tierras raras

Gap magnet = imán de entrehierro (en donde se encuentran los polos)

Alnico magnet = imán de alnico (aluminio, níquel y cobalto)

Ceramic magnet = imán de cerámica

Permanent magnet = imán permanente

Aquí, la investigación también resultó ser muy interesante. *Cow magnet*, por ejemplo, fue un caso particular. No se encontró en ninguno de los diccionarios consultados, por lo que se recurrió a los textos paralelos. No obstante, tampoco apareció ahí. Era muy precipitado y hasta arriesgado traducir esta frase de forma literal: “imán para/de vacas”. Según Bruman, este tipo de imán se usa en los animales para evitar una enfermedad que puede ser mortal. Así que fue necesario consultar con un veterinario. En efecto, él nos confirmó que dicho imán se introducía en el primer estómago de las vacas para evitar que los clavos, alambres de púas, etc. que el animal ingiera penetren en su sistema digestivo y le provoque la muerte. Pero esto no les sucede sólo a las vacas, sino al ganado en general; por lo tanto, se logró llegar a una versión final para el término: “imán para ganado”.

Por otro lado, el equivalente para *gap magnet* (p. 87-1) también fue difícil de hallar. Primero se consultaron todas las fuentes bibliográficas posibles, pero no se halló el término en español. Por esta razón, se propuso un equivalente que en verdad describiera *gap magnet*. Primero, *gap* puede significar “espacio”. Además, en otros diccionarios técnicos, uno de los equivalentes para esta palabra es “entrehierro”. Ambos concuerdan perfectamente con lo que muestran los gráficos de Bruman sobre la forma de este tipo de imanes (dos barras verticales colocadas una frente a la otra a una distancia considerable, cuyos polos magnéticos están en el extremo superior de cada una de las barras, un extremo representa el polo negativo, y el otro, el positivo). Este espacio justo en medio de los polos es al que se refiere precisamente la palabra *gap*. Con lo anterior, se puede llegar a la conclusión de que se habla de un “imán de entrehierro (en donde se encuentran los polos)”. Fue necesario realizar una

ampliación del término con la finalidad de explicar de qué se trata este objeto. Sin embargo, es posible omitir lo que está entre paréntesis más adelante en la traducción, puesto que ya se tiene la idea general de la forma del imán. Esta propuesta queda reforzada y aclarada, además, con los gráficos que adjunta Bruman en su texto, los cuales representan una gran ayuda no solo para el traductor, sino también para los lectores en general. Es importante asimismo aclarar que todas las propuestas de traducción citadas aquí y todas las demás incluidas en el TM están de una u otra forma aprobadas por los especialistas que colaboraron con este trabajo.

Finalmente, se estudió la siguiente expresión: *alnico magnet* (p. 144-3). La búsqueda de su equivalencia al español no fue ni rápida ni fácil. Se recurrió primero a los diccionarios técnicos bilingües. A pesar de que se contaba con una buena bibliografía de consulta, no fue posible encontrar *alnico*. Entonces se utilizaron textos paralelos para encontrar una posible equivalencia. Se requirió de una cantidad considerable de fuentes para lograr ubicar esta palabra escrita por un autor de textos de electrónica o magnetismo. Por fin, se halló “álnico” en el libro de Orla E. Loper *Fundamentos de corriente continua* (1959), traducido por José Luis Lepe. Desafortunadamente, no fue posible localizar esta palabra en textos escritos originalmente en español.

Sin embargo, este hallazgo no era una razón suficiente para finalizar la investigación de la frase *alnico magnet*. Así que se continuó el proceso de búsqueda. Curiosamente, fue en un diccionario monolingüe en inglés en donde se encontró esta palabra. Esta fuente no es de tipo técnico, sino más bien común; empero, explica claramente que *alnico* es una aleación de **al**uminio, **ní**quel y **co**balto con la cual

están hechos algunos imanes (Morris 1976, p. 15), de ahí el origen de la palabra. De acuerdo a lo anterior, no se consideró necesario hacerle ningún cambio al término original en inglés, dado que en español “álmico” daría a entender lo mismo. Entonces, se utilizó la frase “imán de álmico” para la respectiva traducción.

Es importante resaltar que las equivalencias que ofrece un traductor, sobre todo para términos con cierto grado de dificultad ya sea técnica o de otro tipo, nunca son versiones definitivas. Es decir, siempre cabe la posibilidad de encontrar nuevos términos que ocupen el lugar de otros considerados obsoletos o no tan precisos.

Además, se debe considerar el arduo análisis realizado para ciertos términos. Por ejemplo, para la pequeña lista mostrada anteriormente sobre los siete tipos de imanes, se consultaron todas las clases posibles de fuentes bibliográficas, incluyendo las electrónicas y la entrevista con un veterinario (un poco extraño a primera vista, pues se trata de un texto sobre electrónica).

Hasta aquí se ha comentado acerca de los tecnicismos y el proceso de su traducción. Sin embargo, no deja de ser interesante (y algo complicado) el método que se debe llevar a cabo para lograr la traducción de términos que parecen fáciles. He aquí las siguientes líneas extraídas del *Exploratorium Cookbook I*:

Magnetic lines of force can be seen and felt using a large magnet and several pounds of black sand (magnetite) or iron filings (p. 87-1).

Al parecer, no existen términos técnicos complicados que requieran de un estudio en diversas fuentes bibliográficas. No obstante, se dudó sobre la correcta traducción de *magnetic lines of force*. ¿Se debería traducir “líneas magnéticas de fuerza” o “líneas de fuerza magnética”? Hay que reconocer que por la naturaleza de este

documento, es sumamente necesario analizar estos detalles, pues se trata de encontrar equivalencias precisas y no ambiguas. Para este caso particular, era necesario comprender lo que Bruman quería dar a entender, y era imprescindible conocer el significado de esas “líneas” que se mencionan en el texto. De acuerdo con el autor, estas “líneas” se forman en el espacio (campo magnético) entre los polos de un imán de entrehierro (descrito arriba). Por lo tanto, se entiende que las “líneas”, en efecto, poseen una fuerza magnética. Entonces, la frase *magnetic lines of force* puede referirse simplemente a “líneas magnéticas” (suponiendo que existe una **fuerza** magnética) o a “líneas de fuerza magnética”. Comparando estas dos versiones, es posible notar que no existe ninguna diferencia en cuanto al sentido; por lo tanto, las dos son válidas. Además, los textos paralelos ofrecieron las siguientes equivalencias refiriéndose al mismo tema, comprobando así la veracidad de la afirmación anterior:

“La intensidad del campo magnético se representa gráficamente por la concentración de las **líneas magnéticas**” (Loper 1959, p.98).

“Las **líneas de fuerza** (que son imaginarias) también se conocen como **líneas de campo**” (Cantú 1975, p. 28).

En el último ejemplo, Cantú brinda también otra posibilidad de traducción: “líneas de campo”, refiriéndose a “campo” como el campo magnético de un imán.

En realidad todas estas versiones guardan el mismo sentido, por lo que se optó por la versión final: “líneas de fuerza magnética”. En conclusión, específicamente de este último caso, (1) hasta las frases más “fáciles” pueden requerir de un pequeño análisis; (2) como se observó, no se necesitaron numerosos tipos de fuentes bibliográficas, los textos paralelos fueron de gran ayuda; (3) es muy importante entender lo que quiere decir el autor y lograr captar la idea general de lo que se está exponiendo; (4) en los textos técnicos, la precisión de los términos y la claridad del mensaje es imprescindible y el traductor debe lograr esto en su trabajo.

Como se afirmó antes, es más difícil la tarea del traductor cuando no conoce a fondo el tema que trata, situación que es normal, puesto que para el que traduce es imposible dominar todos los temas. No obstante, se recomienda mucha lectura para estar al tanto de los asuntos más importantes.

Otro ejemplo de las traducciones “fáciles” es la de la palabra *power*. En un documento sobre electrónica, este vocablo es muy recurrente en cualquiera de sus formas (sustantivo, adjetivo, verbo) y se debe tener cuidado con él. Entre sus equivalentes más comunes como sustantivo, tomados de diversos diccionarios bilingües comunes y técnicos, están los siguientes: poder (quizá la más común, usada como “comodín” en diferentes contextos), capacidad, electricidad, corriente, fuerza y energía. Como verbo puede significar suministrar energía, accionar electrónicamente, excitar, energizar, entre otros. En un texto como el de Bruman, es imposible escoger sólo una equivalencia para todas las veces en donde aparezca *power*, porque de un modo u otro cada una de las acepciones posee una relación muy estrecha con esta especialidad. Entonces, ¿qué se debe hacer en estos casos?

La respuesta es acercarse lo mejor posible al **contexto** para seleccionar la equivalencia más apropiada. Para ilustrar, se tomó esta oración del TO:

*“The coils are **powered** by a bipolar 12 volt **power** supply”* (p. 144-3).

Tan solo en una oración corta se incluye *power* con dos funciones: la de verbo en una oración pasiva y la de adjetivo respectivamente.

Para la traducción, ya no es necesaria la bibliografía, solamente el contexto y un poco de sentido común. Así se llega a la siguiente versión:

“Las bobinas se **alimentan** de un suministro de **energía** bipolar de 12 voltios” (p. 48).

Como se puede notar, en español no se mantuvieron las categorías gramaticales que *power* tenía en su versión original. Primero, la oración se pasó de pasiva a activa: “se alimentan”. Segundo, con la traducción, la función de adjetivo cambia a sustantivo: “suministro de energía”.

Esta traducción la aprobó un experto. Además, cabe resaltar que en este caso, a diferencia de todos los anteriores estudiados en esta sección, la herramienta más importante para traducir fue precisamente el contexto y no tanto la información que ofreciera el diccionario (aunque ésta siempre debe estar a mano).

Muchas veces las personas leen un texto escrito en un idioma que no dominan y resuelven los problemas de traducción de acuerdo con la idea general del texto. Esto

mismo aplicaría para el traductor: aunque no identifique de primer momento el significado exacto de una palabra, el contexto inmediato o general de un texto puede brindarle muchas pistas y, si el texto está bien escrito, no debería existir ningún problema.

Seguidamente se presentará otra palabra que necesitó de una técnica diferente a las anteriores: *relay*. Los diccionarios ofrecen las equivalencias “relevador” o “relé” y algunos incluyen el anglicismo “relay”. Dentro de la jerga técnica, está última es muy usada; los especialistas tienden a utilizar los anglicismos en gran medida. Empero, esta afirmación no justifica el uso de esta palabra para una traducción al español. De hecho, esta palabra extranjera fue la primera equivalencia que se descartó. Pero quedaban dos más. En el *Pequeño Larousse Ilustrado*, “relevador” se define como “estación de radio o televisión que retransmite mediante ondas hertzianas las señales recibidas desde una estación principal” (García Pelayo y Gross 1990, p. 886) y, acerca de “relé”, dice que viene del francés *relais* y que es sinónimo de relevador y repetidor (García Pelayo y Gross 1990, p. 886). Según lo anterior, las dos acepciones podrían usarse sin problemas. Sin embargo, “relevador” tendía a preferirse porque parecía una palabra más adaptada al español, a diferencia de “relé”. Como consecuencia, se realizó otra consulta, esta vez en el sitio electrónico del *Diccionario de la Real Academia* (2001), para corroborar la aceptación de las tres equivalencias. Curiosamente, “relevador” no apareció, ni tampoco “relay”. En cambio, “relé” significa “aparato destinado a producir en un circuito una modificación dada, cuando se cumplen determinadas condiciones en el mismo circuito o en otro distinto”. Esta definición, de hecho, no concuerda con la de “relevador”. Esto provocó un poco

de confusión. Al revisar el texto de Bruman, se entiende que él se refiere precisamente a un aparato en un circuito, que concuerda con la previa definición de “relé” en el DRAE. Por lo tanto, esta fue la equivalencia que se prefirió sobre las otras dos.

El traductor debe agotar toda posibilidad de estudio para elaborar un trabajo satisfactorio. En el texto de Bruman, se presentan muchos casos que necesitaron mucho trabajo antes de llegar a una “versión final”. Como se afirmó anteriormente, es imposible llegar a una versión definitiva, pues las palabras evolucionan con el tiempo. Además, con cada revisión pueden surgir nuevas propuestas u opciones que mejoren el texto meta y, en muchas ocasiones, se da el caso en el que es difícil decidir entre una u otra versión. A este respecto, es importante para el traductor retomar su trabajo después de algunas horas o días de haberlo concluido. También es de gran ayuda contar con colegas que aporten sus ideas y soluciones para un problema de traducción.

Es importante recalcar que en una traducción como ésta la cantidad de aspectos investigados también tienen que ver con el grado de conocimiento del tema por parte del traductor. Un traductor acostumbrado a traducir textos de un campo o tema específico se convierte en un “especialista” y, por lo general, ha elaborado glosarios a su conveniencia, mantiene contacto con los expertos y se ha documentado muy bien. Por estas razones, el proceso de traducción es más rápido y ágil y, en ciertas ocasiones, automático. El traductor emplea menos tiempo en la investigación, pero la calidad del producto sigue siendo buena (al menos así se espera que sea).

El caso es diferente en cuanto al proceso de traducción del texto de Bruman. El traductor no poseía ninguna experiencia con este tipo de textos ni tenía conocimientos avanzados de electrónica, por lo que debió invertir más tiempo en la investigación de todos los factores relacionados con los tecnicismos. Cabe mencionar también que en el manual se incluye el uso de muchos aparatos y dispositivos eléctricos, algunos resultaban familiares para el traductor, mientras que otros eran desconocidos. A veces el problema no radicaba tanto en la dificultad de la traducción, es decir, en la búsqueda del término utilizado en español para designar un aparato, sino en el funcionamiento de dicho dispositivo o de un aparato en particular. A lo largo del contenido del texto, se observa que el autor supone cierto conocimiento del tema por parte de sus lectores, por lo que en muchas ocasiones no profundiza en sus explicaciones y no incluye una descripción física del aparato o el detalle de su funcionamiento. Las ilustraciones poseen una función muy importante, ya que complementan de forma no verbal el contenido del texto escrito. Las “recetas” incluyen un dibujo del aparato ya construido que servirá para la realización del experimento, algunas adjuntan diagramas o esquemas de instalaciones eléctricas y detalles de las partes de los aparatos ya construidos. Todas estas ilustraciones definitivamente constituyeron una gran ayuda en el proceso de traducción.

Con los diversos ejemplos mostrados en este capítulo, se ha logrado entender que la traducción no es un método automático como el que realiza una máquina. Todo lo contrario, cada palabra, frase u oración encierra todo un proceso complejo a nivel sintáctico, gramatical, semántico, cultural, etc., aparte del amplio trabajo cognitivo en la mente del traductor. Y lo más interesante es que no se emplea

necesariamente el mismo método de traducción para cada caso, sino que se requieren de técnicas particulares dependiendo de la situación.

El mundo de los tecnicismos es sumamente amplio y es un deber del traductor enfrentarse a él con la mayor responsabilidad. Una forma de facilitar el trabajo es recopilar información técnica, por ejemplo, mediante los diccionarios especializados. Otro modo es elaborar glosarios personales para una consulta futura y complementarlos conforme lo necesite el traductor. Los glosarios, además, pueden ayudarles a otros colegas traductores; en cuanto a esto, se debe tener siempre presente un espíritu de compañerismo, pues la traducción se vuelve más fácil cuando es parte de un trabajo de equipo.

Conclusiones y recomendaciones finales

El proceso de una traducción es más complejo de lo que parece. No depende de una serie de pasos automáticos por seguir, ni existen reglas definitivas para ello. Es curioso cómo los antiguos traductores dictaban sus propias reglas. Algunos optaban por la traducción completamente libre en la que se omitía e incluía lo que se consideraba necesario. Parecía que en ciertas épocas no se le daba gran importancia a las decisiones, por parte del autor, de incluir o no cierta información y, si el traductor determinaba que algunos datos eran irrelevantes, simplemente se tomaba la libertad de eliminarlos si así lo deseaba. Algunos traductores se enfocaban en el *sentido* tratando de no perder información alguna provista por el autor, mientras que otros expertos en la materia afirmaban que la *forma* era lo más importante. Quizá todos ellos tenían razón en algunos aspectos y se equivocaban en otros. Hoy, los especialistas proponen nuevas técnicas basándose en sus propios criterios o, tal vez, influenciados por antiguos filósofos griegos. En fin, la traducción como tal posee su historia, se “redefine” según las características de cada época y se mantiene en constante desarrollo en el mundo actual que parece hacerse cada vez más pequeño. No obstante, lo más importante que se rescata de esta historia es la necesidad de la comunicación a través del tiempo, cruzando fronteras o expandiéndolas, rompiendo la barrera del lenguaje.

Traducir requiere de técnicas y procedimientos que con la práctica se llegan a emplear mejor y más atinadamente. Asimismo, existe una serie de mecanismos mentales instantáneos mucho más complejos. Acerca de este tema, también se

realizan estudios y se afirma que estas funciones mentales son automáticas y que dependen, entre otras, de las áreas cognitivas.

La traductología posee muchas áreas posibles de estudio. Esta investigación se concentró en el estilo y los tecnicismos de un texto en particular. Es interesante darse cuenta que a partir de estos dos campos se pueden desarrollar temas muy importantes para la traducción en general y concluir con aspectos específicos que guíen a los traductores y les brinden métodos eficaces para la realización de su trabajo.

El Capítulo II, por ejemplo, dio lugar a conclusiones generales y a otras más específicas, las cuales se enumeran a continuación:

Conclusiones generales:

1. No siempre el TO está bien escrito. Pueden existir dificultades en la transmisión del mensaje, faltas ortográficas y errores estilísticos, estos dos últimos se hallaron en el texto de Bruman.
2. Al iniciar un trabajo de traducción siempre se realiza un análisis consciente o inconsciente del formato y, en general, de los aspectos estilísticos del texto original. Estas características de estilo y forma se pueden:
 - a. mantener respetando la decisión del autor o editor, por razones que ellos acordaron.
 - b. variar porque la intención del texto meta difiere de la del original.
 - c. reorganizar y uniformar porque no son consistentes a lo largo del texto.

3. La especial concentración en cuanto a los factores técnicos puede desviar la atención de otros aspectos importantes como lo son el estilo y la forma. Un texto técnico también debe pasar por un cuidadoso proceso de edición.
4. La forma y el estilo son la personalidad del texto y cuando éstos se aplican de una manera apropiada, se refleja el cuidado que se tuvo al escribir. Además esto tiene que ver con el aspecto general del trabajo.
5. El estilo y la forma al igual que el sentido deben trabajarse con la misma importancia con el fin de producir una traducción satisfactoria.

Resultados específicos:

6. En la forma existen detalles que si se tomaran en cuenta podrían hacer una diferencia en el resultado final, tal como el uso de columnas, la ubicación de los títulos y subtítulos, los tipos y tamaños de fuente, la organización de las ilustraciones, etc.
7. En cuanto al contenido, es recomendable establecer un estilo ya sea personal o impersonal, dependiendo del tipo de texto. El documento estudiado para propósitos del Informe es técnico y prefiere el carácter impersonal del texto. Esto puede lograrse con técnicas como la personificación.
8. Otro rasgo que también debe definirse es el uso de la construcción pasiva o activa en el texto. En español, la oración activa es la de preferencia, en contraste con el inglés que utiliza mucho la construcción pasiva.

En relación con el Capítulo III que versa sobre los términos técnicos y el proceso de traducción, se llegó a las siguientes conclusiones:

Conclusiones generales:

1. Muchos de los textos que necesitan traducirse son de carácter técnico, por lo que el futuro traductor debe tomar esto en cuenta y prepararse para ello.
2. Se aconseja estar al tanto de los temas más importantes por medio de la lectura de libros, periódicos o revistas científicas, por ejemplo.
3. Siempre debe existir un espíritu de colaboración entre los traductores; esto puede llegar a facilitar el proceso de traducción.
4. Todos los traductores deben estar anuentes a recibir comentarios y críticas de su trabajo. Esto les permite ampliar su conocimiento y criterio general del trabajo que realizan.
5. El lenguaje está en constante cambio; se tiene que estar al tanto de ello.

Otros resultados específicos:

6. A simple vista, ciertos términos pueden parecer fáciles de traducir, pero en realidad, algunos podrían necesitar al menos un pequeño proceso de investigación.
7. En muchas ocasiones, la traducción de un término o frase “difícil” no solo depende de un diccionario, sino del contexto general del documento. Esto quiere decir que los términos no siempre se investigan de forma aislada.

8. Es imprescindible contar con diversas y numerosas fuentes bibliográficas. Se recomienda la elaboración de glosarios personalizados a conveniencia del traductor para una consulta más ágil.
9. Cuando se proponga una equivalencia para un término dado, es importante corroborarla en diferentes fuentes bibliográficas, incluyendo por supuesto a los especialistas en el campo.
10. No se puede seguir el mismo proceso de investigación para todos los términos, aunque sí se deben agotar las fuentes de ser necesario con tal de llegar al resultado deseado (ver cuadro en página siguiente).
11. Durante el proceso investigativo es posible encontrar dificultades diversas que requieran métodos de investigación diferentes y el traductor debe saber cuáles son las herramientas de trabajo que puede utilizar y las técnicas adecuadas para resolver esos problemas.

Además, en el cuadro que se muestra a continuación se puede observar de forma gráfica que aunque las fuentes que más se utilizaron fueron los diccionarios, éstos no siempre proporcionaron la respuesta definitiva que se buscaba, pero en verdad son fuentes muy comunes y útiles. También se concluye que hay procesos de investigación cortos y otros más largos y que el **contexto** fue parte importante de casi todos los procesos.

**Cuadro general del proceso investigativo de cada uno de los
términos analizados en el Capítulo III ***

	Dicc. generales	Dicci. técnicos	Expertos en el área	Contexto	Textos Paralelos (español)	Propuesta del traductor
Magnet	1	2		3		
Cow Magnet	1	2	5	4	3	
Gap Magnet	1	2	4	5	3	6
Alnico Magnet	3	1			2	
Power	1	2		3		
Relay	2	1		3		

* Los números indican la secuencia del proceso y la cantidad de fuentes consultadas. Además, los números de mayor tamaño muestran dónde terminó el proceso y cuál fue la fuente bibliográfica que proporcionó la respuesta final.

La traducción es toda una disciplina. Algunos aspectos se aprenden, pero otros dependen de la experiencia y agilidad personal. Por otro lado, no se puede pretender que las versiones propuestas por el traductor sean definitivas, siempre pueden existir otras mejores o simplemente diferentes. Por eso se afirma que es difícil llegar a una versión final, puesto que siempre habrá lugar para los cambios. La investigación de

ciertas palabras, estructuras o estilos pueden tardar meses y es posible llegar a muchas conclusiones, pero el traductor de hoy cuenta con un tiempo limitado y este factor no lo exime de responsabilidad; se espera de igual manera el mejor resultado de su trabajo.

Anexo 1

Vocabulario técnico y otros términos frecuentes relacionados con el magnetismo y la electricidad

Colección basada en el *Exploratorium Cookbook I* de Raymond Bruman

* Las palabras encerradas en un rectángulo se citaron en el Capítulo III acerca de los tecnicismos.

Electrónica

battery	electrical connections	insulator
bolt	electrical pancake	power
breaker	electricity	rectifier
capacitor	electrode	short
charge	electron	spring
circuit	generator crank	switch
current	heavy gauge wire	vector
diode	input/output	wall socket
electric		

Magnetismo

compass	magnetic lines of force
electromagnet	magnetite
field intensity	neutral point
force	polarity
induced magnetism	pole
intensity	pole pieces
magnet	strength
magnetic	
magnetic variation	

IMANES

alnico magnet	horseshoe magnet
cow magnet	permanent magnet
gap magnet	rare earth magnet

Aparatos

coil	relay
electroscope	resistor
generator	rheostat
motor	transformer

Verbos

adjust (current)	generate	replace
bolt	indicate	respond
charge/discharge	magnetize	screw
connect (in series)	mount	solder/welder
demonstrate	observe	use
drill	obtain	wire
experiment	plug	
flow	protect	

Materiales

aluminum	plastic
brass	plexiglas
copper	rubber
formica	stainless steel
lexan	soft iron
mansonite	wood
nylon	

Medidores y medidas

Ammeter	milliampere
Ampere	millimeter
center zero meter	ohm
diameter	outside diameter
feet	potentiometer
inch	volt/voltage
microammeter/microamp	wattage

Siglas y abreviaciones

AC/DC	OD	Hz.
Dia.	PVC pipe/tubing	

Otros

approximately	exhibit
bottom (push/release)	experimenter
center	knob
cover	pass
device	plate
effect	rod