

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

Registro de la Propiedad Industrial



ESPAÑA

Concedido el Registro de acuerdo con los datos que figuran en la presente descripción y según el contenido de la Memoria adjunta.

NUMERO	1177.791
FECHA DE PRESENTACION	29-Septiembre-78

A1

PATENTE DE INVENCION

<p>30 PRIORIDADES:</p> <p>31 NUMERO</p> <p>838.181 928.116</p>	<p>32 FECHA</p> <p>70-9-77 26-7-78</p>	<p>33 PAIS</p> <p>E.U.A. "</p>
--	--	------------------------------------

47 FECHA DE PUBLICIDAD	51 CLASIFICACION INTERNACIONAL H02K	62 PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
------------------------	--	--------------------------------------

54 TITULO DE LA INVENCION
"UN SISTEMA COLECTOR DE CORRIENTE CON ESCOBILLAS MACIZAS"

71 SOLICITANTE (S)
WESTINGHOUSE ELECTRIC CORPORATION (W.E. 46.156-I)

DOMICILIO DEL SOLICITANTE
Westinghouse Building, Gateway Center, Pittsburgh, Pensilvania
15222, Estados Unidos de América

72 INVENTOR (ES)
John Leslie Johnson y Lawrence Ervin Moberly.

73 TITULAR (ES)

74 REPRESENTANTE
DON OSCAR DE ELZABURU FERNANDEZ (P.-69.939)

MCS/.

POOR QUALITY

El invento se refiere a sistemas para recoger y transferir corriente eléctrica entre partes relativamente móviles, como en una máquina dinamoeléctrica.

5 El uso de escobillas macizas para recoger y transferir corriente en sistemas que implican partes relativamente móviles, tales como motores o generadores, ha demostrado ser confiable y razonablemente eficaz para muchas aplicaciones comerciales e industriales. Con la llegada de los diseños de maquinaria eléctrica más recientemente avanzados,
10 particularmente los que implican bobinas de excitación de superconducción y máquinas homopolares de potencia nominal elevada, se ha planteado la necesidad de sistemas mejorados capaces de recoger y transferir de manera eficaz la corriente de las máquinas. Esta necesidad es debida principalmente a las corrientes eléctricas y velocidades mucho mayores
15 requeridas para generar más potencia o transmitir más potencia de lo que era anteriormente posible.

Los presentes diseños de colectores de corriente de escobillas macizas que funcionan con anillos deslizantes
20 o sistemas conmutadores manejan adecuadamente densidades de corriente de aproximadamente 10 amperios por centímetro cuadrado y son típicas vidas útiles de escobillas de 0,5 a 2 años. Estas densidades de corriente se aplican a máquinas que operan en el aire ambiente y a velocidades usuales, pero
25 es bien conocido que los tiempos de vida útil de las escobillas se pueden cuadruplicar mediante escobillas operativas de carbono a densidades de corriente de aproximadamente 10 amperios/cm² en una atmósfera de gas inerte, tal como el ambiente de hidrógeno utilizado en grandes condensadores
30 síncronos.

Aunque los mecanismos o fenómenos actuales asociados con la transferencia de corriente a través de superficies deslizantes o rozantes no están completamente comprendidos, se sabe que la resistencia (base eléctrica) y fricción (base mecánica) de la intercara entre un anillo deslizante o una barra conmutadora y escobillas y regímenes de desgaste entre los miembros en contacto, son afectadas en gran medida por el tipo y resistividad de la atmósfera gaseosa en la que operan, la temperatura a la que operan los miembros de contacto, particularmente en la intercara, y las propiedades de los materiales en contacto.

Concerniente al funcionamiento en una atmósfera gaseosa, es sabido que se deposita sobre las superficies colectoras una inevitable película de óxido metálico durante el funcionamiento de las escobillas en aire atmosférico. Estas películas de óxido frágiles son como máximo semiconductoras y son físicamente duras y abrasivas cuando se rompen durante operaciones de deslizamiento normales. Debido a ello, conducen a una caída de tensión de contacto inestable relativamente alta e impiden la consecución de fricción y desgaste de escobillas óptimamente bajos.

La deposición de dichas películas sobre las superficies colectoras se puede reducir al mismo haciendo funcionar el sistema en una atmósfera de gas inerte en lugar de en aire. Estos ambientes exentos de oxígeno que incluyen dióxido de carbono, hexafluoruro de azufre e hidrógeno son efectivos en el hecho de extender la vida útil de escobillas de carbono y disminuir la caída de tensión de contacto, ya que se evitan las películas de empañadura aislantes y abrasivamente duras. Sin embargo, la demanda que actualmente existe para escobillas de densidad de corriente

elevada y los ambientes gaseosos anteriores han producido, según se sabe, buenos resultados sólo a densidades de corriente predominantes, es decir, de aproximadamente 10 amperios por centímetro cuadrado. Asimismo, en lo que se refiere al factor ambiental, la presión y la composición de los gases ambientales, incluyendo aditivos tales como vapor de agua, contribuyen a la reducción de la fricción y el desgaste de escobillas. Una elevada fricción y un desgaste muy alto (desintegración) ocurren cuando operan pares de contactos deslizantes o rozantes en vacío o en ambientes de gas seco, tal como a grandes altitudes.

La temperatura en la intercara escobilla-anillo deslizante o rozante afecta directamente también a la vida de la escobilla, ya que la desintegración ocurrirá a temperaturas predeterminadas para diferentes materiales de escobilla de carbón. Parece que la desorción de humedad de las superficies en contacto resulta excesiva cuando se alcanza la temperatura crítica para condición de humedad y esta condición debe ser eliminada para aplicaciones de alta densidad de corriente.

Por lo tanto, es evidente que existe la necesidad de un sistema colector de corriente mejorado que funcione para mayores tiempos de vida útil mientras transfieren simultáneamente corriente a través de las escobillas en una magnitud de 10 a 15 veces mayor que la que es posible en diseños actuales.

Según el presente invento, un sistema colector de corriente de escobillas macizas comprende una máquina dinamoeléctrica que tiene un estator y un rotor soportado en el mismo y dispuesto para cooperación electrodinámica

con él; al menos un colector de corriente en dicho rotor que recoge corriente durante el funcionamiento de la máquina; escobillas colectoras de corriente macizas montadas en porta-escobillas en dicha máquina, estando dichos porta-escobillas posicionados para permitir contacto de escobillas con dicho colector de corriente; medios que encierran dicho colector de corriente y escobilla en una cavidad sensiblemente hermética a los fluidos, cerrada a la atmósfera; medios para hacer circular un gas a presión a través de dicha cavidad; teniendo dicho gas mezclado con él un aditivo que comprende una sustancia orgánica vaporosa que permite una caída de tensión en las escobillas no mayor de 0,2 voltios y un régimen de desgaste de escobillas no mayor de 20 mm³ de desgaste por megámetro de recorrido de anillo deslizante o rozante mientras gira a una temperatura justo inferior a la temperatura volumétrica crítica de la escobilla.

Los sistemas colectores de corriente de escobillas macizas del presente invento usan selectivamente materiales compatibles en aplicaciones diferentes para los miembros en contacto móviles y estacionarios. Los materiales son elegidos con vistas a si la aplicación requiere conmutación, como en máquinas heteropolares, o si transfieren simplemente corriente, como en máquinas homopolares. Estos miembros de contacto son operados en un ambiente atmosférico que utiliza gases no oxidantes, tal como dióxido de carbono, que tienen la sustancia orgánica vaporosa, con el fin de hacer funcionar el sistema colector a temperaturas más altas, densidades de corriente más altas y velocidades más altas de lo que era posible con sistemas usuales. Para transferir corriente de manera que no se produzca arco, el sistema co

lector de escobillas macizas sufre enfriamiento de contacto forzado para mantener la temperatura en la intercara de los miembros de contacto a valores relativamente bajos, para conseguir así bajos regímenes de fricción y desgaste de los miembros de contacto deslizantes.

Con el fin de que el invento pueda ser más claramente comprendido, se describirá a continuación una realización conveniente del mismo, a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos que se acompañan, en los cuales:

La figura 1 es una vista en alzado, parcialmente en sección, que ilustra generalmente un sistema colector de corriente de escobillas macizas;

La figura 2 es una vista agrandada del sistema colector de corriente de la figura 1;

La figura 3 ilustra la disposición usada para efectuar el enfriamiento de escobillas transfiriendo calor por conducción desde un porta-escobillas a un intercambiador de calor en la superficie del porta-escobillas;

La figura 4 incluye curvas que muestran el desgaste en volumen de escobillas de electrografito en aire o dióxido de carbono;

La figura 5 incluye curvas que muestran pérdidas medias de energía mecánica y eléctrica del anillo de escobillas;

La figura 6 ilustra curvas que muestran características de desgaste de escobillas para escobillas de plata-grafito, cobre-grafito y grafito;

La figura 7 incluye curvas que muestran el efecto de aditivos de vapor en la caída de tensión de escobillas; y

La figura 8 incluye curvas que muestran el efecto de aditivos de vapor en el desgaste de escobillas.

Haciendo referencia ahora a los dibujos, en los que los mismos caracteres de referencia designan partes análogas o correspondientes en todas las diversas vistas, se muestra en las figuras 1 y 2 un generador homopolar de diseño avanzado que tiene una base 10 que soporta el estator 12 y un rotor 14 dispuesto para cooperar electrodinámicamente con el mismo. Aunque el invento es útil con cualquier tipo de máquina dinamoeléctrica, los componentes de máquina y la construcción que no tratan directamente con el invento están ilustrados sólo de manera general. El rotor 14 está soportado en apoyos o cojinetes 16 situados en extremos opuestos de la máquina y un acoplador 17 es utilizado para conectar el rotor a un accionado primario, tal como un motor. Para proporcionar el enfriamiento adecuado, el rotor está equipado con una entrada 18 que suministra refrigerante a baja temperatura a través de un paso central 20 y radialmente a través de conductos 22 antes de regresar a través de pasos de descarga al espacio 24 y a la salida 26.

El estator contiene un par de bobinas de campo 28 (mostrada sólo una) que son excitadas a través de conductores apropiados y son enfriadas por tubos 30 de suministro y descarga de refrigerante. La corriente generada por la máquina durante el funcionamiento es suministrada, a través de un manguito conductor 32, circunferencialmente dispuesto en el rotor, a un conmutador o anillos deslizantes 33 y aparato colector de corriente 34 montado en extremos opuestos del estator. Las escobillas colectoras 44 están conectadas a conductores cilíndricos 36 montados en la superficie in-

terior del estator que suministra corriente a una carga a través de terminales 38.

Haciendo referencia a la figura 2, que muestra los colectores de corriente con más detalle, está formada una cavidad dispuesta circunferencialmente 40 en el núcleo 12 del estator, la cual está cerrada en el entrehierro por un porta-escobillas aislado 42. El porta-escobillas está apropiadamente taladrado o fresado para proporcionar aberturas que alojan escobillas 44 y cada escobilla es empujada a contacto con los enillos deslizantes 33 del rotor por muelles de tensión constante 46. Las derivaciones 48 de escobillas están atornilladas o aseguradas de otra manera al conductor 36 de estator de la manera usual. Con el fin de enfriar adecuadamente los porta-escobillas situados en ambos extremos de la máquina, unas tuberías separadas 50 de suministro de refrigerante se extienden a través de extremos opuestos del estator dentro de la cavidad 40. Estas tuberías están o bien embebidas en o aseguradas a la superficie del porta-escobillas y se extienden circunferencialmente en torno a ella antes de abandonar la cavidad de porta-escobilla en el otro lado de la máquina.

Puesto que la eficiencia de la máquina requiere que las escobillas operen a un valor de temperatura cuando no ocurren desintegración y formación de arco sustanciales, es necesario proporcionar una disipación de calor para las escobillas para permitir la transferencia de calor desde las mismas por conducción. Para conseguir esto, los porta-escobillas que soportan las escobillas facilitan el intercambio de calor entre los porta-escobillas y un refrigerante que fluye a través de la entrada 52 de fluido refri-

gerante y la salida 54 soportada por el estator. Preferiblemente, el porta-escobillas contiene pasos de circuitos internos que se sitúan junto a las escobillas en contacto con las superficies de conmutador o de anillo deslizante.

5

En la disposición alternativa mostrada en la figura 3, el porta-escobillas 42 está soportado con relación al anillo deslizante o rozante 33 de la manera de la figura 1, pero, además, una tubería rectangular o circular 50 está soldada o fijada de otra manera a la superficie del porta-escobilla.

10

Como se ha indicado anteriormente, la realización de este invento ha sido propiciada por los recientes cambios de diseño hechos en máquinas dinamoeléctricas, particularmente generadores homopolares, que requieren escobillas capaces de funcionamiento continuo a densidades de corriente de 155 amperios por centímetro cuadrado y mayores, a mayores velocidades de deslizamiento y a regímenes de desgaste sensiblemente menores. Estas características deseables de comportamiento se consiguen reduciendo al mínimo la resistencia de intercara escobilla-anillo deslizante, que aparece como pérdidas eléctricas, reduciendo al mínimo la fricción entre la escobilla y el anillo deslizante que aparece como pérdidas mecánicas, y reduciendo al mínimo los regímenes de desgaste de la escobilla. Para conseguir la reducción de las pérdidas eléctrica y mecánica, y de regímenes de desgaste, se eligen combinaciones específicas de materiales para aplicaciones particulares, se cambia el ambiente funcional de las prácticas actuales y se enfrían imperativamente los miembros de contacto.

15

20

25

30

Considerando la combinación de materiales, los

datos de ensayos preliminares de escobilla-anillo deslizante mostraron que cuando se añadió metal a la matriz de escobilla de grafito, se hizo posible una reducción sensible de la componente eléctrica de la pérdida de energía total. En la siguiente Tabla I y en las curvas de la figura 4 se muestra la confirmación de este efecto.

5

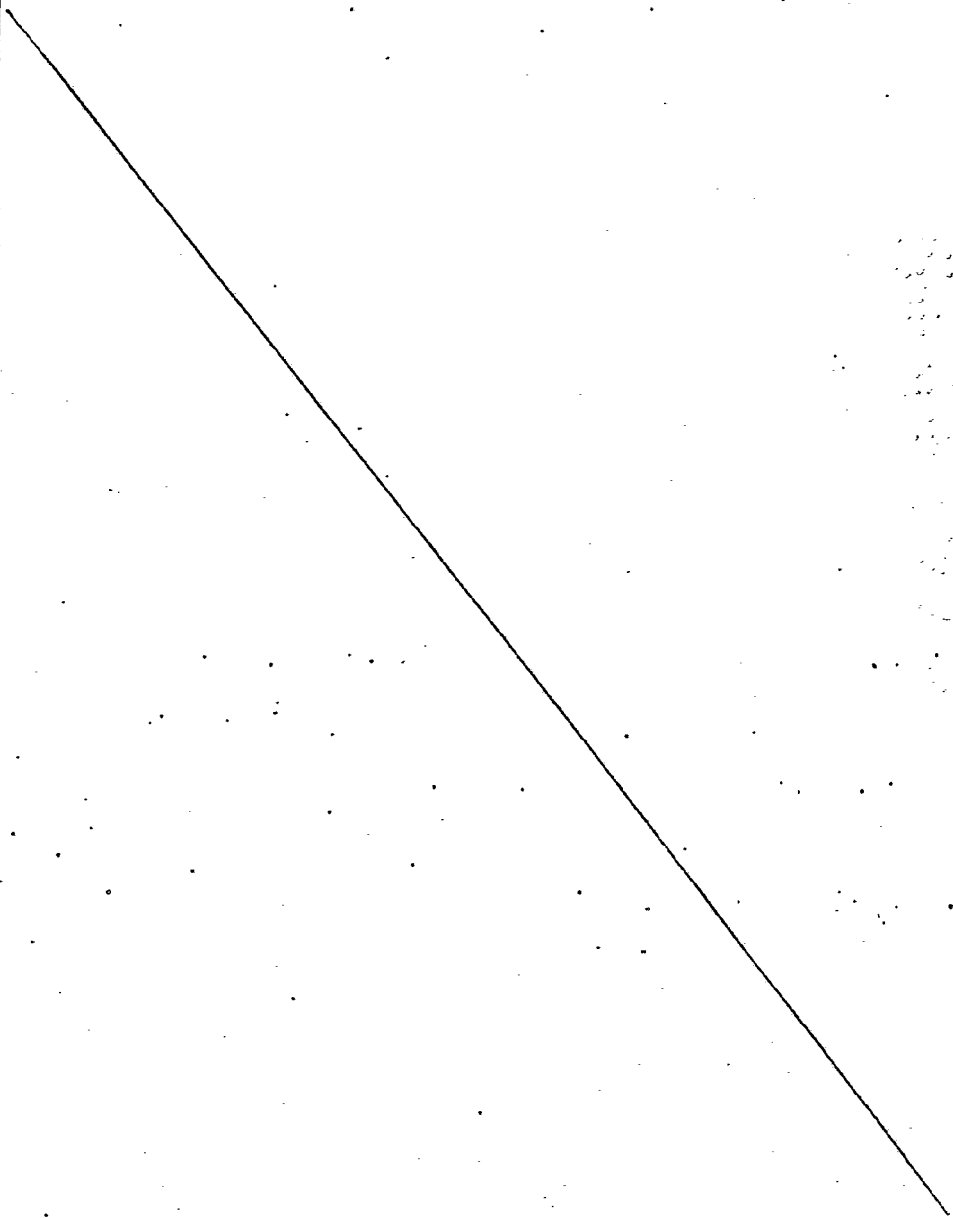


TABLE I

DATOS DE ENSAYOS DE ESCOBILLA-ANILLO

Anillo de Cu, 13 metros/segundo

Aditivo humedad

5

Area de escobilla individual: 1 cm²

Cargas: 7 newtons/cm²; 78 amperios/cm²

Calidad de escobilla	Gas ambiente	Coef. fric. μ	Caída por contacto		Pérdida de energía $J/(cm^2 \cdot m)$		Desgaste de escobilla mm^3/m
			V	Mecán.	Eléc.	Total	
* EGI	Aire	0.17	0.66	0.34	0.48	0.82	2.32
** EGI	Aire	0.05	0.75	0.35	2.38	2.73	12.28
EGI	CO ₂	0.05	0.41	0.35	2.50	2.85	0.81
SGI	CO ₂	0.23	0.00	1.59	0.00	1.59	2.45

* Cargas: 2 N/cm², 9 A/cm²

** Carga: 39 A/cm²

15

TABLA I

DATOS DE ENSAYOS DE ESCOBILLA-ANILLO

Anillo de Cu, 13 metros/segundo

Aditivo humedad

5

Area de escobilla individual: 1 cm²

Cargas: 7 newtons/cm²; 78 amperios/cm²

	Calidad de <u>escobilla</u>	Gas <u>ambiente</u>	Coef. fric. <u>μ</u>	Caída por contacto <u>V</u>	Pérd. <u>Mecán.</u>
10	*EG1	Aire	0.17	0.66	0.34
	**EG1	Aire	0.05	0.78	0.35
	EG1	CO ₂	0.05	0.41	0.35
	SG1	CO ₂	0.23	0.00	1.59

* Cargas: 2 N/cm², 9 A/cm²

15

** Carga: 39 A/cm²

TABLA I

DES DE ESCOBILLA-ANILLO

metros/segundo

individual: 1 cm²

/cm²; 78 amperios/cm²

Coef. fric. μ	Caída por contacto V	Pérdida de energía J/(cm ² .m)			Desgaste de escobilla mm ³ /Fn
		Mecán.	Eléc.	Total	
0.17	0.66	0.34	0.48	0.82	2.32
0.05	0.78	0.35	2.38	2.73	12.28
0.05	0.41	0.35	2.50	2.85	0.81
0.23	0.00	1.59	0.00	1.59	2.45

Estos resultados muestran que las escobillas de calidad SGL, de plata-grafito, que contienen el 80% de plata en peso presentan una pérdida eléctrica de contacto sensiblemente nula, pero a expensas de mayor pérdida mecánica. Sin embargo, la pérdida total de energía fue reducida deseablemente al 56% de la de las escobillas EG, operando ambas calidades bajo las mismas condiciones de carga y en dióxido de carbono. Aunque la pérdida total de energía de contacto fue reducida con escobillas SGL, el régimen de desgaste de escobilla fue mucho mayor. Con relación al funcionamiento convencional de escobillas EG en aire, sin embargo, se obtuvo esencialmente la misma vida cuando fueron hechas funcionar escobillas SG en ambiente de dióxido de carbono, incluso con densidad de corriente ocho veces mayor. Además, las escobillas SG muestran una ventaja de vida quíntuple sobre las escobillas EG cuando la corriente de carga de estas últimas es aumentada a la mitad de las primeras. Comparando solamente escobillas EG, con estas mismas diferencias de cargas de corriente, se consiguió una ventaja en la vida de quince veces cuando el funcionamiento tuvo lugar en dióxido de carbono en lugar de aire.

Estos resultados muestran que las escobillas de calidad SG 1 de plata y grafito que contienen el 80% en peso de plata presentan una pérdida eléctrica por contacto sensiblemente nula, pero a expensas de mayor pérdida mecánica. Sin embargo, la pérdida total de energía fue deseablemente reducida al 56% de la de las escobillas EG.

Los resultados producidos por funcionamiento de las escobillas anteriores mostraron la deseabilidad de determinar las características de comportamiento de escobi-

llas múltiples, como se indica en la siguiente Tabla. Por lo tanto, se ensayaron 24 materiales de calidad de escobilla de metal-grafito disponibles comercialmente. Muchos de los materiales elegidos están frecuentemente incorporados en escobillas utilizadas en aplicaciones industriales y comerciales y han demostrado capacidad y densidad de corriente usuales en funcionamiento en aire. Los materiales de escobilla incluían cobre o plata como adición metálica principal. Se formularon por técnica de densificación/sinterización de polvo metalúrgico y representan un margen de contenido metálico del 60 al 97 por ciento en peso de metal.

Calidad de escobilla	Aproxim. % Metal	Calidad de escobilla	Aproxim. % Metal	Calidad de escobilla	Aproxim. % Metal
W759	60	ME1540	80	SG510	90
SG156	64	SG520	80	SG201	90
5004	65	SG216	80	W933	92
CM3B	74	SM551	80	M91X	92
SG212	75	W795	85	CMO157	93
SG142	75	SG515	85	CMO	95
ANK	75	SG202	85	W405	97
ME1541	76	CM15	90	728	97

* Morganita Carbon Co.

** National Carbon Co.

Otros - Stackpole Co.

Las escobillas fueron evaluadas en combinación con anillos deslizantes de aleación de cobre en una atmósfera de gas dióxido de carbono humidificado (punto húmedo

a 20°C), con condiciones de funcionamiento de 78 amperios por centímetro cuadrado a través de la escobilla, lo que es equivalente a diez veces la densidad de corriente de escobilla usual. Las escobillas fueron expuestas a una carga mecánica de 7-8 N/cm² (newtons/centímetro cuadrado), y velocidad de anillo de 13-25 m/s (metros/segundo). La pérdida de energía por contacto y las respuestas de desgaste de escobilla para estas escobillas se representan como funciones de contenido en metal de la escobilla en las figuras 5 y 6. Aunque se encontró alguna asimetría en el comportamiento de contacto entre escobillas de polaridades opuestas, los valores medios de pérdida y desgaste para ambas se muestran en estas figuras. Muchos de los puntos representan promedios de cierto número de carreras duplicadas, y se cree que la dispersión de los datos es causada por diferentes materiales a base de grafito y diferentes procedimientos de fabricación de escobillas.

Se observará que la curva superior mostrada en la figura 5 indica que la pérdida total de energía por contacto (sensidad de energía por unidad de distancia de corredera) es mínima cuando el contenido de metal de la escobilla está próximo al 80 por ciento en peso. La curva muestra también que la pérdida total es dominada por la componente eléctrica cuando el contenido de metal es menor que aproximadamente el 70 por ciento en peso, pero por la componente mecánica en porcentajes mayores. Esta evidencia señala claramente la necesidad de uso eficiente de metal en el material de escobillas. Se debe utilizar suficiente metal para conseguir conductividad elevada, pero se requiere una gran cantidad de grafito para conseguir baja fricción o buena lubricación.

El comportamiento de ciertas calidades de escobillas de cobre y plata-grafito de contenido de metal comparable muestra ser similar, sugiriéndose así que se pueden realizar economías con adiciones de cobre en vez de plata. En general, sin embargo, las calidades de escobilla de cobre-grafito se comportan con menor pérdida mecánica, es decir, bajo coeficiente de fricción, que las calidades de plata-grafito, pero con mayor caída eléctrica, es decir, caída por contacto mayor, y pérdida totales de energía.

La figura 6 ilustra que el desgaste de escobilla, que es desgaste de volumen por unidad de distancia de corredera, es muy bajo para pequeñas adiciones de metal. En el intervalo de hasta 65 por ciento en peso el desgaste aumenta de $0,5 \text{ mm}^3/\text{Mn}$ sin metal hasta aproximadamente $1 \text{ mm}^3/\text{Mn}$ (milímetros cúbicos por megámetro). A porcentajes mayores de metal el desgaste de escobilla aumenta bruscamente, siendo de $3 \text{ mm}^3/\text{Mn}$ a 75 por ciento en peso y de $30 \text{ mm}^3/\text{Mn}$ a 85 por ciento en peso.

En lo que se refiere al efecto de la temperatura sobre el desgaste de escobilla, se sabe que las escobillas electrografíticas experimentarán un elevado desgaste de escobilla en forma de desintegración si las escobillas funcionan a temperaturas demasiado elevadas. Las temperaturas volumétricas críticas de escobilla, es decir las temperaturas dentro de la escobilla, para escobillas electrografíticas comprendidas entre 180° y 220° cuando funcionan en ambientes de dióxido de carbono humidificados a niveles de 0° y 20°C de punto de humedad, respectivamente. Por el contrario, la vida de las escobillas es muy larga si la temperatura de escobillas se mantiene por debajo de estos valores

críticos. Se cree que la razón de la desintegración es que la desorción de humedad de los lugares de grafito de contra cara de contacto resulta excesiva cuando se alcanza la temperatura crítica para cada condición de humedad. Existen energías de superficie no satisfechas que dan lugar a fuerzas de adherencia excesivas entre los miembros de contacto, haciendo así que se aumente la fricción y que sea elevado el desgaste. Por lo tanto, está claro que para aplicaciones de densidad de corriente elevada, es esencial el adecuado enfriamiento de los contactos de escobillas deslizantes, y el dibujo ilustrado en las figuras 1 a 3 está prevista para realizar esta función de enfriamiento.

Para señalar apropiadamente la influencia de los materiales de anillo deslizante o conmutador sobre el sistema de transferencia de corriente, fueron evaluados 19 materiales diferentes de anillo deslizante en combinación con escobillas de cobre-grafito. Los materiales de anillo incluían cobre, plata, aleaciones de cobre de resistencia y conductividad elevadas, grafito, níquel, aleaciones de níquel, latón de alto contenido en cinc y aceros. La siguiente Tabla resume las condiciones de funcionamiento y resultados de comportamiento de ensayos para cada uno de los materiales de anillo deslizante evaluados:

Tabla II

COMPORTAMIENTO DE MATERIALES SELECCIONADO DE ANILLO DESLIZANTE

Condiciones de ensay de evaluación

	Material de anillo deslizante	Caída en escobilla individual V_1	Coef. de fricción μ	Densidad de energía de $J/cm^2 \cdot m$	Temp. del porta-escobillas $^{\circ}C$	Desgaste de escobilla mm^3/Nh
10	Acero calidad C	0.74	0.14	4.86	157	1.72
5	K Monel-S	0.82	0.09	4.82	169	<0.15
	316 S/Acero	0.74	0.10	4.50	165	20.97
	35 Zn Latón	0.58	0.11	3.81	123	2.29
15	45 Ni/55 Cu	0.54	0.08	3.34	136	0.55
	30 Ni/70 Cu	0.53	0.08	3.31	136	0.59
	Acero de Herram. #3	0.39	0.15	3.15	119	13.20
	Monel	0.49	0.07	3.00	127	0.99
20	Níquel	0.38	0.10	2.73	108	0.25
	Grafito	0.26	0.13	2.36	96	0.10
	Cu chapado con Ag	0.14	0.18	2.17	97	0.20
	Zr Cu	0.07	0.21	2.05	92	0.20
25	15 Ni/85 Cu	0.12	0.17	2.00	90	0.40
	Cu (cojinete de Ag)	0.10	0.19	2.00	85	<0.15
	8 Sn/4 Zn/Cu	0.07	0.20	1.98	93	0.20
	Cupaloy	0.11	0.17	1.97	88	0.20
	OFHC Cu	0.07	0.19	1.91	92	0.30
30	FD 155 Cu	0.06	0.19	1.85	90	<0.15
	KR Monel	0.13	0.15	1.82	92	0.25

TABLA II

COMPORTAMIENTO DE MATERIALES SELECCIONADO DE ANII

Condiciones de ensayo de eval

Area de escobilla individual 1 cm²

5

Dos escobillas por juego

Densidad de corriente 78 A/cm²Presión de carga 8 N/cm²

	Material de ani- llo deslizante	Caída en escobilla individual <u>V₁</u>	Coef. de fricción <u>μ</u>	Densi de en <u>J</u>
10	Acero calidad C	0.74	0.14	4
	K Monel-S	0.82	0.09	4
	316 S/Acero	0.74	0.10	4
	35 Zn Latón	0.58	0.11	3
15	45 Ni/55 Cu	0.54	0.08	3
	30 Ni/70 Cu	0.53	0.08	3
	Acero de Herram. #3	0.39	0.15	3
	Monel	0.49	0.07	3
20	Níquel	0.38	0.10	2
	Grafito	0.26	0.13	2
	Cu chapado con Ag	0.14	0.18	2
	Zr Cu	0.07	0.21	2
25	15 Ni/85 Cu	0.12	0.17	2
	Cu (cojinete de Ag)	0.10	0.19	2
	8 Sn/4 Zn/Cu	0.07	0.20	1
	Cupaloy	0.11	0.17	1
	OFHC Cu	0.07	0.19	1
30	PD 135 Cu	0.06	0.19	1
	KR Monel	0.13	0.15	1

AREA II

SELECCIONADO DE ANILLO DESLIZANTE

Condiciones de ensayo de evaluación

Atmósfera de dióxido de carbono

Aditivo de humedad (20°C punto húmedo)

Velocidad del anillo 15 m/s

Escobillas de cobre-grafito

Coef. de fricción μ	Densidad de pérdida de energía $J/cm^2 \cdot m$	Temp. del porta-escobillas °C	Desgaste de escobilla mm^3/Mn
0.14	4.86	157	1.72
0.09	4.82	169	<0.15
0.10	4.50	165	20.97
0.11	3.81	123	2.29
0.08	3.34	136	0.55
0.08	3.31	136	0.59
0.15	3.15	119	13.20
0.07	3.00	127	0.99
0.10	2.73	108	0.25
0.13	2.36	96	0.10
0.18	2.17	97	0.20
0.21	2.05	92	0.20
0.17	2.00	90	0.40
0.19	2.00	85	<0.15
0.20	1.98	93	0.20
0.17	1.97	88	0.20
0.19	1.91	92	0.30
0.19	1.85	90	<0.15
0.15	1.82	92	0.25

Generalmente, los resultados de los ensayos muestran que la pérdida de potencia neta más baja y la vida más larga se obtuvieron cuando las escobillas de grafito conteniendo cobre se hicieron funcionar en cobre, aleaciones de cobre super-resistentes y anillos colectores recubiertos de plata. Aunque coeficientes de baja fricción acompañan al funcionamiento en anillos de níquel, de elevado contenido en níquel y metal acero, las resistencias de contacto más elevadas asociadas (caídas de tensión) dan lugar a pérdidas de energía total relativamente elevadas. Se observará que el KR Monel parece ser una excepción, combinando baja caída por contacto con fricción media para obtener baja pérdida de energía y bajo desgaste de escobilla. El desgaste de las escobillas fue aumentada significativamente cuando estaban combinadas con anillos de acero y de metal latón de alto contenido en cinc.

Se pueden alcanzar cierto número de conclusiones de las evaluaciones hechas de escobillas y anillos deslizantes o rozantes en un sistema de transferencia de corriente:

1. La presente práctica del estado de la técnica de 10 amperios por centímetro cuadrado de densidad de corriente en escobillas es extensible a al menos ocho veces si las escobillas se hacen funcionar en ambiente de gas CO_2 humidificado.
2. En base a condiciones de ensayo de evaluaciones, se obtuvo una vida de escobillas al menos 15 veces más larga haciendo funcionar escobillas electro-grafíticas en un ambiente de CO_2 en comparación con el aire, incluso con ocho veces la densidad de corriente usual.

3. La pérdida de energía total por contacto se reduce sensiblemente (44%) mediante la introducción de plata a una matriz de escobilla de grafito. Se obtuvo una vida igual con escobillas de plata-grafito funcionando en un ambiente de CO_2 en comparación con escobillas usuales electro-grafíticas funcionando en aire, incluso con ocho veces la densidad de corriente usual.
4. En base a las evaluaciones hechas las escobillas de grafito disponibles comercialmente, que contienen del 65 al 75% en peso de plata, representan la combinación óptima de materiales de escobilla para el funcionamiento continuo en máquinas de alta densidad de corriente.
5. Las evaluaciones de materiales de anillo deslizante muestran que las aleaciones de cobre de alta conductividad y alta resistencia se consideran las mejores para los sistemas deseados de contacto de alta corriente. Las escobillas de cobre-grafito combinadas con anillos de este tipo dieron lugar a características de pérdida de energía menor y desgaste menor que cuando se combinan con materiales de anillo tales como níquel, latón de alto contenido en cinc y acero.

Se cree importante observar que la película situada sobre el anillo deslizante contribuye de manera importante al carácter de muy bajo desgaste de escobillas electro-grafíticas en ambientes de dióxido de carbono. El anillo deslizante de cobre está inicialmente limpio y se deposita una película de grafito muy ligera sobre el anillo des

lizante por las escobillas durante las primeras rotaciones del anillo deslizando. La película es difícil de detectar visualmente y no cambia perceptiblemente a continuación.

5 La conducción eléctrica a través de la superficie escobilla-anillo deslizando está limitada inicialmente por la resistencia de constricción de escobilla, que varía directamente con la resistividad. Puesto que sólo tuvo lugar un desgaste mínimo durante los giros efectuados, se conjetura que se impide que se toquen sólido con sólido en el contacto
10 de escobilla y anillo por las películas adsorbidas de vapor y/o gas. El grafito transferido al anillo deslizando y el grafito de la cara de escobilla sirven como lugares de adsorción de alta afinidad para los vapores de gas ambientales. Así, el deslizamiento de escobilla ocurre en películas
15 casi fluidas, muy delgadas, el arrastre de fricción ocurre cuando estas películas son cizalladas o cuando los cristallitos de grafito son hechos deslizar unos sobre otros al tener lugar el movimiento relativo entre el anillo y las escobillas.

20 Además de los materiales de escobilla y anillo deslizando, fueron evaluados para comportamiento de escobillas cinco atmósferas diferentes de gases no oxidantes, incluyendo hexafluoruro de azufre. Esto incluían dos escobillas de plata y grafito en combinación con un anillo deslizando
25 zante de cobre, que se hicieron funcionar bajo condiciones similares en cada uno de los gases. También se hicieron funcionar en aire escobillas similares para proporcionar la comparación con gas oxidante. Se utilizaron gases de calidad de laboratorio para los experimentos, cada uno de ellos
30 con puntos húmedos inferiores a -68°C antes de recibir adi-

5 ciones liberadas de humedad (0°C de punto húmedo) antes de entrar en el recinto de ensayo de escobillas y anillo. Los resultados se muestran en la siguiente Tabla III. Se ha de hacer observar que los comportamientos de escobillas de-
 10 seados se caracterizan por baja pérdida de energía y bajo desgaste de escobilla. El efecto neto de pérdida eléctrica (caída de tensión de contacto) y pérdida mecánica (coeficiente de fricción) por unidad de distancia recorrida se refleja en las características mostradas de pérdida de energía.

TABLA III

Escobillas de Calidad SG 2 (1 cm²/escobilla), Anillo de cobre (13 m/s)
 15 Cargas de escobilla: 78 A/cm², 8 N/cm²
 Intervalo de temperaturas volumétricas de escobilla: 67-80°C

Gas [‡]	Caída por	Coef. de	Pérdida de	Desgaste de
	contacto	fricción	energía	escobilla
	V	μ	J/cm ² .cm	mm ³ /Mn
Aire	0,00	0,34	2,3	23,3
CO ₂	0,03	0,18	1,6	3,2
SF ₆	0,18	0,10	1,9	2,2
N ₂	0,17	0,06	1,6	1,5
25 He	0,26	0,06	2,1	1,3
Ar	0,17	0,06	1,5	0,7

[‡]Aproximadamente una presión total de 1 atmósfera.

Presión parcial del aditivo humedad 600 Pa.

30 El comportamiento de escobillas, en términos de

pérdida de energía baja deseada y bajo desgaste es significativamente mejor en cada uno de los cinco ambientes húmedos de gas no oxidante que el aire. Un coeficiente de fricción muy bajo (0,06), una pérdida de energía mínima $[1,5 \text{ J/cm}^2 \cdot \text{m}(\text{julios por cm}^2 \text{ por metro})]$, y un desgaste mínimo ($0,7 \text{ mm}^3/\text{Mn}$) se midieron cuando se hicieron funcionar las escobillas de ensayo en un ambiente de gas argón. La caída por contacto de escobilla fue muy baja (0,03 V) en el ambiente de gas dióxido de carbono, pero fue de seis a nueve veces mayor en los otros gases. La tensión de contacto baja conseguida con dióxido de carbono es desplazada, sin embargo, por un coeficiente de fricción mayor (0,18) y un desgaste de escobilla mayor ($3,2 \text{ mm}^3/\text{Mn}$).

Las evaluaciones de comportamiento dinámico de escobillas fueron hechas en cinco aditivos diferentes de vapor de hidrocarburo como ejemplos para soportar el modelo interfacial, en términos de su efecto sobre la caída de contacto (resistencia) y comportamiento al desgaste de escobillas de plata-grafito funcionando sobre un anillo deslizante de cobre en una atmósfera de gas dióxido de carbono "completamente seco".

Los vapores orgánicos incluyen miembros del alcano, alcohol, cetona, aldehído y clases cicloparafínicas de materiales seleccionados de hidrocarburos parafínicos (alcanos) que tienen de 7 a 16 átomos de carbono por molécula, tales como, por ejemplo, eptano C_7H_{16} , dodecano $\text{C}_{12}\text{H}_{26}$, hexadecano $\text{C}_{16}\text{H}_{34}$ y similares; alcoholes que tienen de 7 a 16 carbonos, tales como, por ejemplo, eptanol $\text{C}_7\text{H}_{15}\text{OH}$, decanol $\text{C}_{10}\text{H}_{21}\text{OH}$ y similares; cetonas que tienen de 7 a 16 carbonos, tales como, por ejemplo, 2-eptanona (amil-metil

cetona) $\text{CH}_3\text{CO}(\text{CH}_2)_4\text{CH}_3$, 2-decanona (metil-octil cetona) $\text{CH}_3\text{COC}_8\text{H}_{17}$ y similares; aldehidos que tienen de 7 a 16 carbonos, tales como, por ejemplo, n-eptaldehido (enantaldehido) $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_8\text{CHO}$ y similares, y el compuesto cicloparafínico decalin (decahidro naftaleno) $\text{C}_{10}\text{H}_{18}$ y mezclas de los mismos. Aunque estos materiales contienen muchos isómeros, las formas de cadena recta, de unión normal (n-) simple de carbono con carbono son preferidas debido a que se cree que atacan mejor a los materiales de grafito que tienen menos de 7 ó más de 16 carbonos, que presentan problemas de adición. Los materiales que más se prefieren son los hidrocarburos n-parafínicos que tienen de 7 a 16 carbonos.

El vapor de agua se incluye también para fines de referencia. La totalidad de los hidrocarburos aditivos son líquidos a la temperatura ambiente. Los vapores fueron introducidos en el gas de ensayo (CO_2) suministrado continuamente haciéndolos burbujear a través del aditivo mantenido a 0 o a 25°C. Se obtuvieron otras concentraciones de vapores mezclando partes de corriente húmeda y seca del gas de ensayo. Se mantuvo la presión total de gas ambiente próxima a una atmósfera. Las condiciones de funcionamiento, los aditivos de vapor de ensayo y las características de comportamiento de escobilla-anillo se muestran en las figuras 7 y 8. Estos ensayos fueron realizados en un ambiente de CO_2 aproximadamente a una presión total de una atmósfera utilizando escobillas de plata-grafito de 1 cm^2 y anillos de cobre a 13 m/s. Las cargas de escobillas eran 78 A/cm^2 y 8 N/cm^2 y el intervalo de temperaturas de escobillas era de 65 a 78°C.

De la figura 7 resulta evidente que prevalece ma-

por tensión de contacto de escobilla cuando se sustituyen por aditivos de vapor de hidrocarburos el vapor de agua en atmósferas de CO_2 . Esto es así incluso para presiones parciales muy bajas de vapores de aditivos de hidrocarburos.

5 La magnitud tensión de escobillas tiende a ser relativamente constante para todos los hidrocarburos y en intervalos muy amplios de concentraciones de vapor. Existe, sin embargo, una característica modesta de aumento de tensión observada con presión de vapor creciente.

10 Se obtuvo desgaste no constructivo mediante adiciones separadas de cada uno de los vapores de hidrocarburos a atmósferas de CO_2 seco y puro en las que se hicieron funcionar escobillas de plata-grafito con corriente elevada (figura 8). Además, fue reducido el desgaste de escobillas aumentando la presión de vapor de aditivos de hidrocarburos en el intervalo investigado. Se puede conseguir también una vida de escobilla dada con menores concentraciones de vapor cuando se aumenta el peso molecular del hidrocarburo. Por ejemplo, está indicada una vida de escobilla
15 igual para presiones de vapor de 670 y 0,2 Pa de eptano y hexadecano, respectivamente. Se requiere una concentración mucho mayor de vapor de agua, 3000 Pa, para conseguir la misma vida de escobilla. Aunque no está mostrado, el coeficiente de fricción de escobilla-anillo permaneció esencialmente constante (0,16) independientemente del aditivo
20 de vapor o de su presión de concentración.

25 Estos ensayos muestran que fue encontrada una mejora sensible en el comportamiento de escobillas (menor pérdida de energía interfacial y menor desgaste) cuando el funcionamiento tenía lugar en cada uno de cinco gases se-
30

leccionados (CO_2 , SF_6 , N_2 , He y A) en comparación con funcionamiento similar en aire. Todos los ambientes de gas de ensayo contenían vapor de agua a una presión parcial de 600 Pa. El mejor comportamiento presentado por escobillas de plata-grafito funcionando a una densidad de corriente de 78 A/cm² fue obtenido en un ambiente de argon.

Se ensayaron cinco hidrocarburos diferentes como adiciones de vapor a una atmósfera de gas dióxido de carbono por lo demás seca. Se ha visto que eran igualmente efectivos que la humedad en el hecho de proporcionar lubricación y bajo desgaste. El comportamiento de escobillas en estos ambientes se vió que era dependiente del peso molecular del hidrocarburo (longitud de cadena) y de la concentración de vapor. Con relación a las adiciones de humedad, se consigue igual vida de escobilla con concentraciones muy bajas de los materiales de hidrocarburos seleccionados. La caída de tensión por contacto puede ser afectada por variación de la presión parcial del aditivo de hidrocarburo.

Resultará evidente que son posibles muchas modificaciones y variaciones a la luz de las anteriores enseñanzas. Evidentemente, se necesitará seleccionar los materiales usados para los miembros de contacto, tanto estacionarios como en rotación, para cada aplicación particular, donde se pueden comercializar en lo que se refiere a índices de resistencia de contacto, fricción y desgaste. Se les ocurrirán a los expertos en la técnica que pueden ser apropiadas combinaciones diferentes de materiales, dependiendo de si la aplicación requiere conmutación, por ejemplo, máquinas heteropolares que utilizan conmutadores o anillos segmentados; o simplemente transfieren corriente, como por

ejemplo en máquinas homopolares que usan generalmente anillos colectores continuos. Como se indica en esta descripción, las combinaciones típicas incluyen escobillas de carbono electro-grafítico en conmutadores de cobre, escobillas de plata-grafito o cobre-grafito en anillos deslizantes de aleación de cobre o de acero, o escobillas de carbono en anillos deslizantes de cobre. Los miembros de material estacionario o giratorio son, naturalmente, operados en un ambiente de gas exento de oxígeno en el cual está incorporado un aditivo de vapor apropiado. Asimismo, la cavidad que aloja los porta-escobillas y colectores de corriente adyacentes pueden estar situados en una parte del estator, como se describe en esta memoria, o axialmente hacia fuera del mismo, como en las máquinas de corriente continua.

- REIVINDICACIONES -

5

Los puntos de invención propia y nueva que se presentan para que sean objeto de esta solicitud de Patente de Invención en España, por VEINTE años, son los que se recogen en las reivindicaciones siguientes:

10

15

20

25

30

1ª.- Un sistema colector de corriente con escobillas macizas que comprende una máquina dinamoeléctrica que tiene un estator y un rotor soportado en el mismo y dispuesto para cooperación electrodinámica con él; al menos un colector de corriente en dicho rotor que recoge corriente durante el funcionamiento de la máquina; escobillas colectoras de corriente macizas, montadas en porta-escobillas en dicha máquina, estando dichos porta-escobillas posicionados para permitir contacto de escobilla con dichos colectores de corriente; medios que encierran dicho colector de corriente y escobillas en una cavidad sensiblemente hermética, cerrada a la atmósfera; medios para hacer circular un gas a presión a través de dicha cavidad; caracterizado porque dicho gas tiene mezclado con el mismo un aditivo que comprende una sustancia orgánica vaporosa que permite una caída de tensión en las escobillas no mayor que 0,2 voltios y un régimen de desgaste de escobillas no mayor de 20 milímetros cúbicos de desgaste por megámetro de recorrido deslizante mientras funcionan a una temperatura justo inferior que la temperatura volumétrica crítica de escobillas.

2ª.- Un sistema según la reivindicación 1ª, ca-

racterizado porque las escobillas son escobillas de tipo grafitico y el metal disperso en el mismo tiene un contenido comprendido entre el 30 y el 97 por ciento en peso.

5 3ª.- Un sistema según la reivindicación 2ª, caracterizado porque el índice o régimen de desgaste de escobillas está comprendido entre 3 y 30 mm²/Mn cuando el contenido de metal en la escobilla está comprendido entre el 75 y el 85 por ciento en peso.

10 4ª.- Un sistema según las reivindicaciones 1ª, 2ª ó 3ª, caracterizado porque el gas hecho circular a través del alojamiento es dióxido de carbono.

15 5ª.- Un sistema según cualquiera de las reivindicaciones 1ª a 4ª, caracterizado porque la sustancia orgánica vaporosa es al menos una de un hidrocarburo parafínico que tiene de 7 a 16 átomos de carbono, un alcohol que tiene de 7 a 16 átomos de carbono, una cetona que tiene de 7 a 16 átomos de carbono, un aldehído que tiene de 7 a 16 átomos de carbono y decalín.

20 6ª.- Un sistema según la reivindicación 5ª, caracterizado porque el hidrocarburo es n-parafínico.

25 7ª.- Un sistema según cualquiera de las reivindicaciones 1ª a 6ª, caracterizado porque cada uno de los porta-escobillas contiene pasos internos, medios destinados a conexión a un manantial de suministro de refrigerante conectados a dichos pasos y dispuestos para hacer circular un refrigerante a su través para eliminar calor de las escobillas durante el funcionamiento de la máquina

30 8ª.- Un sistema según cualquiera de las reivindicaciones 1ª a 7ª, caracterizado porque cada uno de los porta-escobillas tiene una tubería de refrigeración en rela-

ción de intercambio de calor con el mismo para evacuar el calor generado.

9ª.- "UN SISTEMA COLECTOR DE CORRIENTE CON ESCOBILLAS MACIZAS".

5

Tal y como se ha descrito en la memoria que antecede, representado en los dibujos que se acompañan y para los fines que se han especificado.

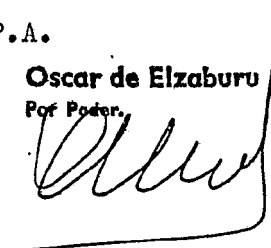
Esta memoria consta de veintiocho hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid, 05.ABR.1979

P.A.

Oscar de Elizaburu

Por Poder.



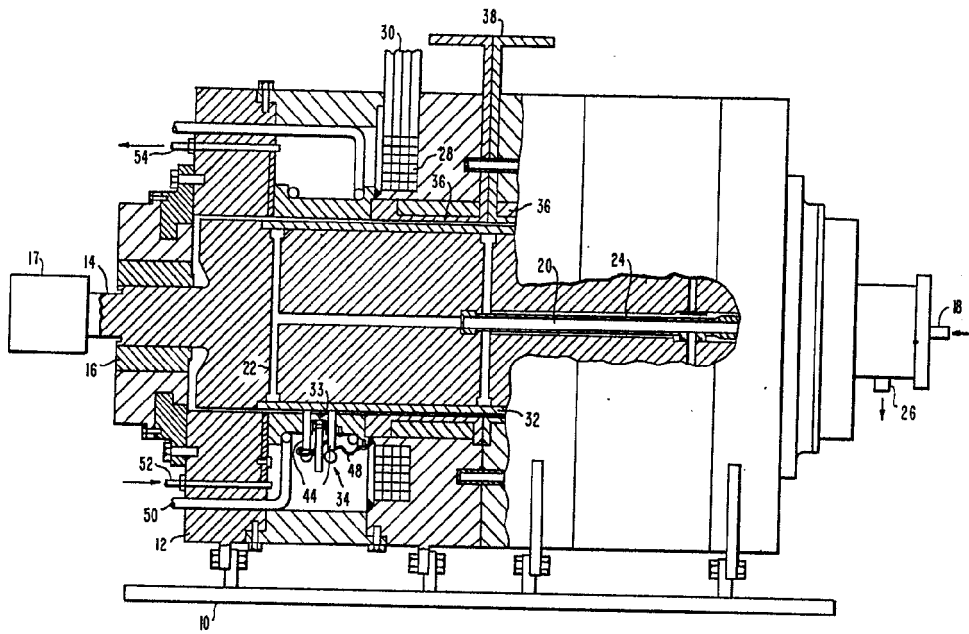


FIG. 1

Oscar de Alzoburu
For Patent

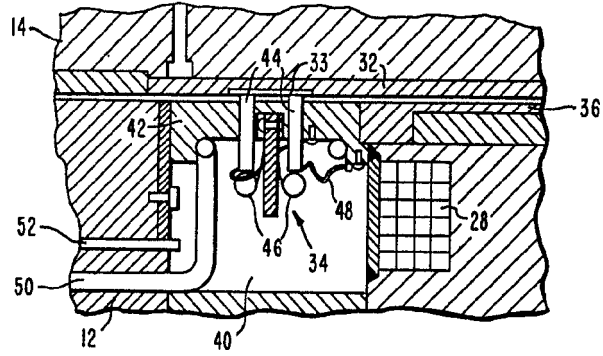


FIG. 2

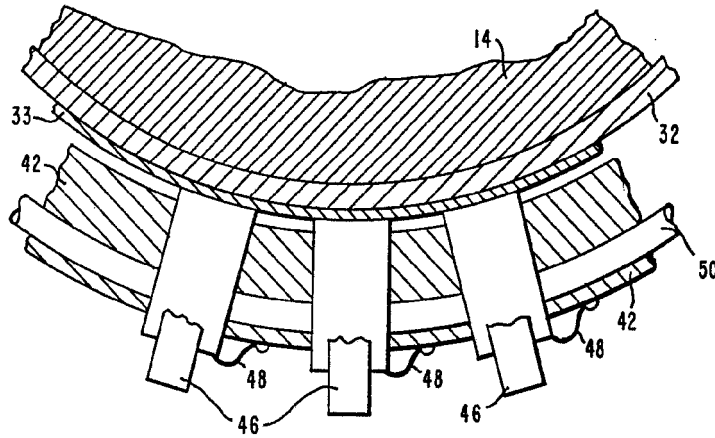


FIG. 3

Oscar de Elzaburu
Por Poder

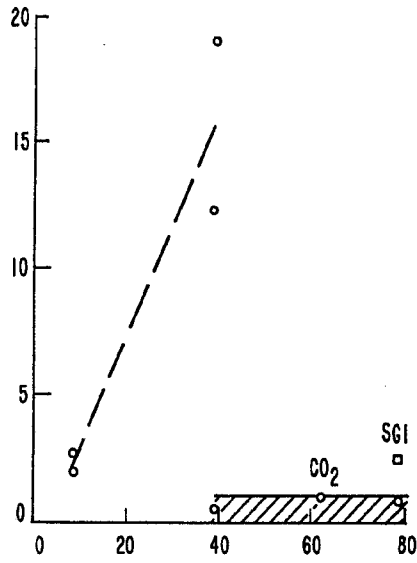


FIG. 4

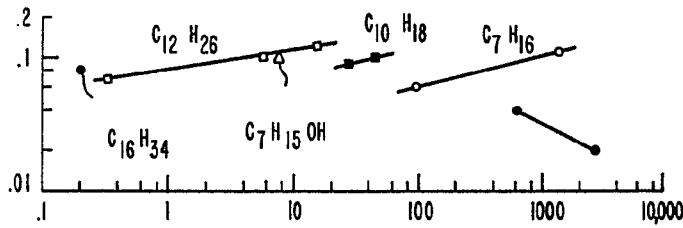


FIG. 7

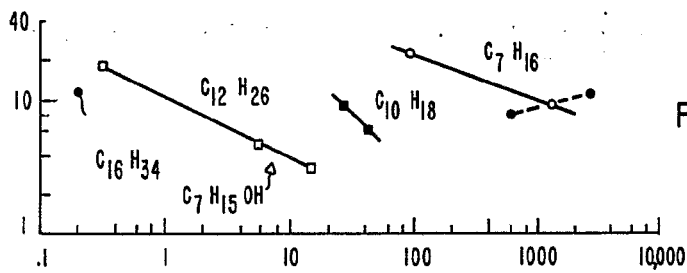


FIG. 8

Oscar de Elzaburu
 Oscar de Elzaburu
 Eng. Mod. A.

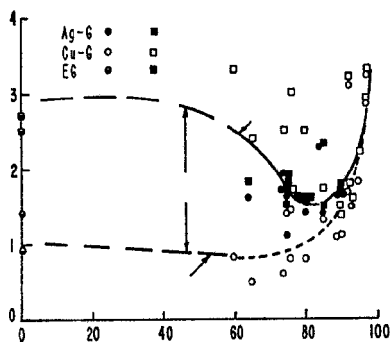


FIG. 5

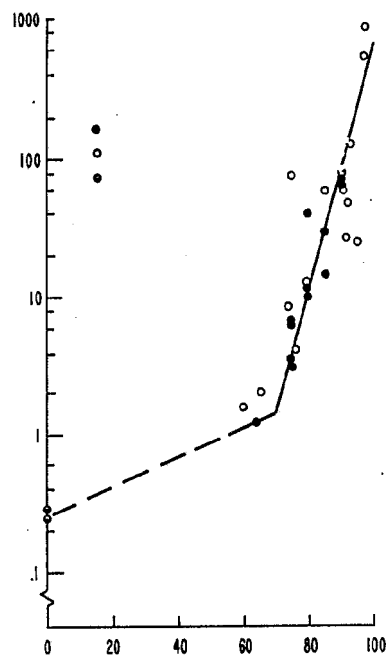


FIG. 6

Oscar de Elizaburu
For Feeder