

20 NOV. 1978

MINISTERIO DE INDUSTRIA Concedido el Registro de acuerdo
REGISTRO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL con los datos que figuran en la pre-
sente descripción y según el con-
tenido de la Memoria adjunta.



ESPAÑA

ES	(11) NUMERO	(10) A1
	(21) 462.971	
	(22) FECHA DE PRESENTACION	
	6- Octubre-1.977	

PATENTE DE INVENCION

(30) PRIORIDADES:	(32) FECHA	(33) PAIS
(31) NUMERO		
730.471	7-10-76	E.U.A.

(47) FECHA DE PUBLICIDAD	(51) CLASIFICACION INTERNACIONAL	(62) PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
	FOIN	

(54) TITULO DE LA INVENCION

"UN METODO PARA TRATAR CATALITICAMENTE LOS GASES DE ESCAPE PROCE-
DENTES DE UN MOTOR DE COMBUSTION INTERNA DE DOS TIEMPOS"

(71) SOLICITANTE (S)

ENGELHARD MINERALS & CHEMICALS CORPORATION
(Case No. 75-144)

DOMICILIO DEL SOLICITANTE

70 Wood Avenue South, Metro Park Plaza, Iselin, Nueva Jersey,
Estados Unidos de América

(72) INVENTOR (ES)

James G. Hansel y John J. Mooney

(73) TITULAR (ES)

(74) REPRESENTANTE

DON OSCAR DE ELZABURU FERNANDEZ (P.-66.939)

1 Esta invención se refiere a tratamientos cata-
líticos adecuados para purificar los gases de escape pro-
cedentes de motores de combustión interna, con el fin de
5 reducir la contaminación de la atmósfera, y la invención
se refiere, especialmente, a la superación de problemas
de purificación de gases de escape procedentes de motores
de combustión interna de dos tiempos, conocidos también
como de dos ciclos, que emiten concentraciones relativa-
mente altas de hidrocarburo y de monóxido de carbono.

10 Puede haber problemas en el tratamiento catalí-
tico de los gases de escape procedentes de motores de
combustión interna, porque se pueden alcanzar temperaturas
de catalizador excesivamente altas, a consecuencia de las
elevadas temperaturas de los gases de escape que están
15 siendo tratados y a la presencia de reacciones exotérmicas,
y a que las altas temperaturas pueden ser perjudiciales
para el catalizador. Estos problemas se acentúan cuando
los gases de escape contienen concentraciones relativamen-
te altas de monóxido de carbono e hidrocarburo, junto con
20 oxígeno molecular.

 Los motores de combustión interna descargan o
dejan escapar gases de diversas clases y, con frecuencia,
estos gases contienen materiales indeseables, los cuales,
si se dejan escapar a la atmósfera, serían contaminantes.
25 El problema de reducir a un mínimo el escape de tales
contaminantes a la atmósfera, ha sido tomado en considera-
ción durante muchos años, y está resultando de una impor-
tancia creciente el idear medios para rebajar las emisio-
nes de contaminantes. Ciertos modos de funcionamiento de
30 los motores que dan como resultado el que desde un motor

1 de combustión interna se descarguen cantidades relativa-
mente grandes de hidrocarburo y monóxido de carbono, son
particularmente difíciles en lo que se refiere a rebajar
eficazmente las emisiones de estos contaminantes atmosfé-
5 ricas. Ejemplos de motores de combustión interna que típi-
camente descargan tales grandes cantidades de hidrocarburo
y monóxido de carbono, son los motores de combustión de
dos tiempos, que se emplean con frecuencia como fuentes
de energía para ciclomotores, embarcaciones de motor fuera
10 de borda, vehículos ligeros para la nieve, sierras mecáni-
cas y pequeños generadores eléctricos.

Se estima que las emisiones procedentes de los
ciclomotores constituyen aproximadamente el 0,9% de la
fuente móvil total de emisiones de hidrocarburos y el 0,6%
15 de la fuente móvil total de emisiones de monóxido de car-
bono, anualmente en los Estados Unidos. Sin embargo, debido
al uso estacional de los ciclomotores y a la mayor concen-
tración de ciclomotores en las grandes ciudades, el efecto
de las emisiones procedentes de los ciclomotores sobre la
20 calidad del aire en ciertas regiones durante ciertos perio-
dos del año, puede ser sustancialmente más importante. Por
ejemplo, las emisiones en bruto procedentes de un motor
de ciclomotor de dos tiempos, pueden oscilar con frecuencia
entre aproximadamente 6 y 11 gramos de hidrocarburo por
25 kilómetro y entre aproximadamente 7,5 y 17 gramos de monó-
xido de carbono por kilómetro, y las emisiones de hidrocar-
buro y de monóxido de carbono producidas por tales ciclo-
motores pueden incluso ser tan grandes como las de 10 a 20
automóviles de pasajeros que emplean unidades catalíticas
30 para el tratamiento de los escapes. Un escape típico pro-

1 cedente de un motor de ciclomotor de dos cilindros, que
funciona con una relación de aire a combustible de 12,8,
puede contener, en volumen, aproximadamente un 5% de
monóxido de carbono, 1,7 % de hidrógeno (que se estima es
5 1/3 de la cantidad de monóxido de carbono de los gases
de escape), 3% de oxígeno, y 2.000 partes por millón de
hidrocarburo, y puede tener una temperatura de más de
540°C. Aunque existe una tecnología general para el tra-
tamiento de los componentes indeseables de las corrientes
10 de escape, la aplicación de dicha tecnología general al
tratamiento de emisiones procedentes de los motores de
dos tiempos, tropieza con importantes obstáculos. Además,
los gases de escape procedentes de motores de dos tiempos
contienen también, generalmente, humo, que puede estar
15 compuesto por partículas de carbono negro, por aerosol
blanco, y por cenizas de aceite, puesto que el aceite
lubricante se consume con el combustible. El aerosol blan-
co (humo blanco) podría recubrir el catalizador y, en
combinación con las partículas de carbono negro, obstruir
20 el catalizador. Las cenizas de aceite obstruyen el cata-
lizador, contribuyendo asimismo al envenenamiento del
catalizador. La tendencia de los motores de dos tiempos
a dejar depósitos puede ser observada con frecuencia,
examinando los tubos de escape después de períodos de uso.
25 No solamente la obstrucción del sistema de escape sería
perjudicial para el rendimiento del motor y del cataliza-
dor, sino que también la presión de retroceso resultante
puede fomentar un aumento en la producción de contaminantes
en el motor.

30

La presencia de cantidades relativamente grandes

1 de monóxido de carbono e hidrocarburo en los escapes tí-
picos procedentes de los motores de dos tiempos, puede
producir una importante carga térmica sobre los sistemas
oxidantes para la purificación de escapes. Por ejemplo,
5 el aumento de temperatura adiabática durante la combustión
catalítica de un 1% en volumen de monóxido de carbono en
los gases de combustión, es con frecuencia de 85 a 90°C.
La concentración de monóxido de carbono en los gases de
escape procedentes de los motores de dos tiempos, puede
10 ser tan elevada como de aproximadamente un 10% o más en
volumen de monóxido de carbono. Los motores de dos tiempos
funcionan, con frecuencia, en condiciones de mezcla rica
en combustible y, por lo tanto, sus escapes tienden gene-
ralmente a contener cantidades mayores de hidrocarburo,
15 por ejemplo de hasta aproximadamente un 1% en volumen o
más. Además, los motores de dos tiempos pueden tener fa-
llos en el encendido, en cuyo caso el motor emite canti-
dades sustanciales de hidrocarburo y oxígeno, y la concen-
tración de hidrocarburo en los gases de escape puede ser
20 tan elevada como de aproximadamente un 2% o más, durante
un fallo del encendido. Los hidrocarburos y el oxígeno
están también presentes en el escape, debido al proceso
normal de barrido dentro del cilindro, durante el cual
una porción de la mezcla de aire, combustible y aceite
25 lubricante pasa desde la lumbrera de admisión a la lumbrera
de escape, sin una combustión significativa. El aumento
de temperatura adiabática durante la combustión catalítica
de 1.000 partes por millón de hidrocarburo en los gases
de escape, es de aproximadamente 100°C. Asimismo, durante
30 períodos de alto consumo de combustible, por ejemplo,

1 funcionamiento bajo condiciones de carga pesada y/o altas
velocidades, el volumen de gases de escape que ha de ser
tratado puede dar como resultado un aumento de la tempe-
ratura del catalizador, por ejemplo, debido a la limitada
5 capacidad de enfriamiento inherente al catalizador. Así,
la carga térmica sobre los catalizadores utilizados para
tratar escapes procedentes de motores de dos tiempos,
puede ser grave, en particular durante períodos de alto
consumo de combustible y de fallos del encendido comple-
tos o parciales, y, en teoría, excede del límite de tem-
10 peratura máximo para un funcionamiento eficaz del cata-
lizador e incluso provoca la fusión del soporte del cata-
lizador.

El escape procedente de un cilindro de un motor
15 de combustión interna es de un tipo pulsante, emitiéndose
el escape durante la fase de escape del funcionamiento.
Los motores de dos tiempos emplean usualmente un sistema
de escape independiente para cada uno de los cilindros
del motor. Por lo tanto, el ambiente de flujo pulsante
20 es generalmente más pronunciado que en las corrientes
de escape combinadas procedentes, por ejemplo, de los
motores de automóviles de varios cilindros. Este flujo
pulsante puede afectar perjudicialmente al sistema de
montaje de un catalizador para escape, así como originar
25 deformaciones en la propia estructura del catalizador.
Además, se ha encontrado también que, en general, los
motores de dos tiempos pueden tender a invertir temporal-
mente la dirección del flujo de escape. Así, el efluente
de escape quemado catalíticamente puede ser aspirado de
30 nuevo dentro del catalizador, acentuándose así el efecto

1 pulsante y aumentando la carga térmica sobre el cataliza-
dor.

5 Houdry, en la patente de Estados Unidos número
2.664.340, describe un aparato y un método catalítico para
el tratamiento de gases de escape, que emplea una plura-
lidad de elementos catalíticos dispuestos en serie. Cada
agrupamiento de elementos catalíticos es más activo cata-
líticamente aguas abajo, que el agrupamiento de elementos
10 catalíticos precedente, y entre cada agrupamiento de ele-
mentos catalíticos se disponen zonas de enfriamiento.
Saufferer; en la patente de Estados Unidos número 3.440.
817, describe un sistema de tratamiento catalítico para
gases de escape, en el que un catalizador más pequeño
está situado adyacente contiguamente al motor, y un cata-
lizador más grande está situado aguas abajo del cataliza-
dor más pequeño. Un elemento de derivación ajustable está
15 dispuesto aguas arriba del catalizador más pequeño para
derivar una porción suficiente de los gases de escape al-
rededor del catalizador más pequeño y evitar que éste al-
cance temperaturas perjudicialmente elevadas. Keith y
20 otros, en la patente de Estados Unidos 3.896.616, describen
un procedimiento y un aparato para el tratamiento de gases
de escape que contienen monóxido de carbono, hidrocarburo
y óxidos de nitrógeno, que comprende un primer y segundo
convertidor catalítico. El primer convertidor catalítico
25 se hace funcionar durante la puesta en marcha, en condi-
ciones oxidantes, para calentar el segundo convertidor
catalítico. Seguidamente, se hace funcionar el primer
convertidor catalítico en condiciones reductoras, mediante
30 la adición de combustible a los gases de escape que entran

1 en el primer convertidor catalítico para reducir los óxidos
de nitrógeno, y el segundo convertidor catalítico oxida
los materiales combustibles contenidos en los gases de
escape. Estas patentes sirven para ilustrar sistemas repre-
5 sentativos para el tratamiento catalítico de los gases de
escape en dos o más lechos de catalizador.

Mediante la presente invención se proporcionan
procedimientos catalíticos para tratar los gases de escape
procedentes de motores de combustión interna de dos tipos,
10 los cuales gases contienen cantidades relativamente
altas de monóxido de carbono e hidrocarburo, junto con
oxígeno libre o molecular. Los gases de escape de alto
contenido de monóxido de carbono e hidrocarburo se tratan
catalíticamente, utilizando un catalizador de oxidación
15 adecuado para el tratamiento de gases de escape proceden-
tes de motores de combustión interna, sin alcanzar tempe-
raturas indebidamente altas, las cuales pueden afectar
perjudicialmente al catalizador, y estos componentes
indeseables de los gases de escape pueden ser rebajados
20 por oxidación, en amplios márgenes de volúmenes de paso y
de condiciones de funcionamiento del motor. Los procedi-
mientos catalíticos de esta invención proporcionan los
medios para alcanzar rápidamente temperaturas adecuadas
para la activación del catalizador después de la puesta
25 en marcha, y para el rápido ajuste de las variaciones de
las condiciones de funcionamiento de los motores de com-
bustión interna. Además, esta invención proporciona los
medios para rebajar los componentes indeseables de tales
gases de escape, sin producir un efecto perjudicial indebi-
30 do sobre el funcionamiento del motor de combustión interna.

1 por ejemplo, provocando una presión de retroceso indebi-
damente elevada. Los procedimientos de esta invención
son particularmente adecuados para ser utilizados en el
tratamiento de gases de escape procedentes de motores de
5 dos tiempos, en los que existen flujos pulsantes de gases
de escape; los gases de escape pueden contener partículas
de carbono negro, aerosol blanco, cenizas de aceite, y
similares; y pueden producirse fallos de encendido del
motor, así como barrido del cilindro, produciendo gases
10 de escape que contienen grandes cantidades de combustible
sin quemar y contenido de oxígeno.

De acuerdo con los procedimientos de esta inven-
ción para la oxidación de constituyentes de gases de
escape de motores de combustión interna de dos tiempos,
15 que tienen contenidos relativamente altos de monóxido de
carbono y de hidrocarburo, los gases de escape procedentes
del motor, que contienen monóxido de carbono, hidrocar-
buro y oxígeno libre, se hacen pasar sin una adición
significativa de oxígeno libre adicional, a una primera
20 zona de catalizador, que contiene un catalizador de oxida-
ción, en la que se produce una oxidación suficiente para
aumentar la temperatura de los gases de escape, pero
insuficiente para producir temperaturas dentro del cata-
lizador que sean perjudiciales para el catalizador. Los
25 gases que salen del primer catalizador contienen conteni-
do de combustible, por ejemplo, monóxido de carbono e
hidrocarburo, y se enfrían y se hacen pasar, seguidamente,
a por lo menos una zona de catalizador aguas abajo, que
contiene un catalizador de oxidación, en la que tiene
30 lugar la oxidación adicional del contenido de combustible

1 - restante. Con frecuencia, solamente necesita emplearse
una primera zona de catalizador y una segunda zona de
catalizador; sin embargo, especialmente en el tratamiento
de gases de escape que tienen un contenido mayor de monó-
5 xido de carbono e hidrocarburo, pueden emplearse zonas
de catalizador adicionales para evitar las temperaturas
excesivamente altas en la segunda zona de catalizador,
mientras se obtiene todavía una disminución adecuada de
la cantidad de componentes indeseables en los gases de
10 escape. Los gases que pasan entre cada una de las zonas
de catalizador aguas abajo, si se emplea más de una, se
enfrian preferiblemente antes de hacerlas pasar a cada
una de las zonas de catalizador inmediatamente siguientes.
Durante el enfriamiento de los gases de escape procedentes
15 de una zona de catalizador precedente, se pierde suficien-
te calor para que la combustión que tiene lugar en la
zona de catalizador subsiguiente no proporcione tempera-
turas que sean indebidamente perjudiciales para el cata-
lizador; sin embargo, la disminución de temperatura no
20 debe ser tan grande que los gases que contienen contenidos
de combustible significativos sean enfriados por debajo
de la temperatura necesaria para la activación del cata-
lizador para que favorezca la oxidación de los contenidos
de combustible de los gases en la siguiente zona de cata-
25 lizador.

En otro aspecto de esta invención, los gases
de escape procedentes de motores de combustión interna de
dos tiempos, son tratados catalíticamente en una zona de
catalizador que tiene en ella un catalizador de oxidación
30 adecuado, en la que el catalizador está en forma de por

1 - lo menos dos cuerpos unitarios secuencialmente adyacentes.
Cada uno de los cuerpos unitarios tiene una pluralidad de
pasos o canales, a través de una sola pieza del soporte,
en los que los pasos están abiertos al flujo de fluido y,
5 por lo tanto, no están bloqueados o cerrados contra el
flujo desde una entrada a una salida separada. El primer
cuerpo de catalizador en la dirección del flujo de escape,
tiene pasos suficientemente grandes en sección transversal
para facilitar la entrada de partículas de carbono negro,
10 de aerosol de humo blanco y similares, por los pasos, sin
que estos materiales se depositen indebidamente sobre
las paredes del catalizador, lo cual puede tender a res-
tringir el flujo de gases e incluso a causar el bloqueo
de los pasos. La combustión que tiene lugar en el primer
15 cuerpo de catalizador tiende a calentar los gases que
pasan a través de él y reducir así la tendencia de las
partículas de carbono negro, del aerosol de humo blanco
y similares, a formar depósitos sobre las paredes del
catalizador. Los gases calentados pasan desde el primer
20 cuerpo de catalizador a un segundo cuerpo de catalizador
secuencialmente adyacente, que tiene un mayor número de
pasos de penetración de flujo por unidad de sección trans-
versal, que el primer cuerpo de catalizador, con el fin
de proporcionar un área superficial activa adicional para
25 acrecentar la combustión catalítica de los contenidos de
combustible de los gases de escape. Se pueden emplear
cuerpos de catalizador adicionales, secuencialmente adya-
centes, que tienen esencialmente el mismo número, o mayor,
de pasos de penetración de flujo por unidad de sección
30 transversal, que el segundo cuerpo de catalizador. La

1 mayor área superficial activa del segundo y, si se emplean,
de los subsiguientes cuerpos de catalizador, acrecienta
el grado de conversión por volumen unitario. Así, se puede
5 emplear un menor volumen de catalizador, en comparación
con el volumen necesario si los pasos de penetración de
flujo fueran del mismo tamaño que los del primer cuerpo
de catalizador, y se reduce la presión de retroceso pro-
porcionada por el catalizador, puesto que se rebaja la
formación indebida de depósitos. Asimismo, cuando el
10 catalizador está frío, el primer cuerpo de catalizador
puede ser calentado con relativa rapidez hasta temperatu-
ras a las que se favorece la oxidación catalítica mediante
los gases que entran en contacto con él, puesto que el
primer cuerpo de catalizador puede contener un menor vo-
15 lumen de estructura sólida que haya de ser calentada, que
el de un cuerpo de catalizador de volumen total equiva-
lente, que tenga un mayor número de pasos de penetración
de flujo. El primer cuerpo de catalizador, que puede ser
calentado rápidamente hasta temperaturas catalíticamente
20 activas, sirve, por lo tanto, para aumentar la temperatura
de los gases que pasan al segundo cuerpo de catalizador
y acelerar el logro de temperaturas a las cuales se favo-
rece la oxidación catalítica en el segundo cuerpo de ca-
talizador. Durante el funcionamiento, generalmente, la
25 porción más fría del catalizador es la porción inicial del
catalizador, en la que los gases más fríos que han de ser
tratados, entran primero en contacto con el catalizador.
Como el segundo cuerpo de catalizador tiene un área super-
ficial más activa catalíticamente por unidad de volumen,
30 las temperaturas alcanzadas en él, debidas a la reacción

1 de combustión exotérmica, son lo suficientemente altas
para que se irradie calor al primer cuerpo de catalizador,
para acrecentar en él la combustión catalítica. El cata-
lizador de este aspecto de la invención puede ser empleado
5 en el procedimiento de esta invención, en el que se emplean
por lo menos dos zonas de catalizador, o en cualquier pro-
cedimiento catalítico adecuado para el tratamiento de los
gases de escape procedentes de motores de dos tiempos.

Los procedimientos y aparatos de esta invención
10 son particularmente adecuados para el tratamiento de los
gases de escape de un motor de dos tiempos, que contienen,
por ejemplo, por lo menos aproximadamente 2% en volumen
de monóxido de carbono y por lo menos aproximadamente 0,05
15 % en volumen de hidrocarburo (calculado sobre la base de
hidrocarburo C_6). Los gases contienen también oxígeno
libre, hidrógeno, y diluyentes inertes, por ejemplo, nitró-
geno, y productos finales de combustión, tales como dióxido
de carbono y agua. El oxígeno libre está presente, general-
mente, en los gases de escape procedentes del motor, debi-
20 do a uno o más fallos del encendido o a otra combustión
incompleta del combustible en el motor, al proceso normal
de barrido del cilindro, y al uso de mezclas combustibles
pobres en combustible, al uso de un exceso estequiométrico
de aire en la mezcla de combustión de combustible-aire.
25 Con frecuencia, los gases de escape procedentes de los
motores de combustión interna de dos tiempos, contienen,
como promedio, aproximadamente de 2 a 8 % en volumen de
monóxido de carbono, aproximadamente de 1 a 2,7% en vo-
lumen de hidrógeno, aproximadamente de 0,05 a 0,8 por
30 ciento en volumen de hidrocarburo y aproximadamente de

1 0,5 a 5% en volumen de oxígeno libre, durante las condi-
ciones de funcionamiento normales. Durante un fallo del
encendido o durante los períodos de puesta en marcha o de
altas cargas, las cantidades de componentes combustibles
5 de los gases pueden ser significativamente mayores. Por
ejemplo, los gases de escape procedentes de un fallo del
encendido, pueden contener tanto como aproximadamente 2 o
más por ciento en volumen de hidrocarburo.

10 De acuerdo con esta invención, las reacciones
de oxidación que tiene lugar dentro de una zona de catali-
zador dada, tanto si es esta la primera zona de catalizador
o una zona de catalizador subsiguiente, de aguas abajo, son
insuficientes para dar como resultado temperaturas que sean
perjudiciales para el catalizador. Las temperaturas conse-
15 guidas en una zona de catalizador estarán determinadas, por
lo menos en parte, por la temperatura de los gases que en-
tran en la zona del catalizador y por el aumento de tempera-
tura debido a las reacciones de combustión que tienen lu-
gar en ella. Los factores que influyen sobre las reacciones
20 de combustión y sobre el aumento de temperatura que resul-
ta de ellas, incluyen la cantidad de componentes combusti-
bles en los gases, la cantidad de oxígeno libre disponible
para la combustión, la velocidad espacial de los gases a
través del catalizador, y el grado de actividad catalítica
25 por área unitaria del catalizador.

A título de ejemplo, los factores que influyen
sobre la cantidad de combustión en una zona de catalizador,
se ilustran en relación con la primera zona de catalizador,
sin embargo debe comprenderse que las subsiguientes zonas
30 de catalizador pueden funcionar esencialmente de la misma

1 - manera de acuerdo con esta invención. Por ejemplo, una
condición de funcionamiento de un motor que puede producir-
se, es el funcionamiento en punto muerto, en el cual se
5 produce un volumen de gases de escape relativamente peque-
ño. El caudal volumétrico, relativamente lento, puede
permitir un enfriamiento sustancial de los gases de esca-
pe antes de que incidan sobre el catalizador en la primera
zona de catalizador, pero el enfriamiento no es suficiente
10 para reducir las temperaturas del catalizador hasta por
debajo de las que activan el catalizador para favorecer
la oxidación. Debido a la reducida velocidad espacial a
través del catalizador, pueden reaccionar una gran porción
de los componentes combustibles de los gases de escape.
Sin embargo, como la cantidad de gases que está siendo
15 tratada es relativamente pequeña y la pérdida de calor
desde el catalizador es importante, el aumento de tempe-
ratura es insuficiente para proporcionar temperaturas que
sean perjudiciales para el catalizador. En condiciones de
funcionamiento del motor de alta velocidad, el caudal
20 volumétrico de los gases de escape es mucho mayor que el
caudal volumétrico en condiciones de funcionamiento en
punto muerto, y la caída de temperatura entre el motor
y la primera zona de catalizador es generalmente menor.
La velocidad espacial a través del catalizador es también
25 mucho mayor y, por lo tanto, el catalizador no es capaz
de llevar a efecto una cantidad de combustión proporciona-
damente mayor, es decir, la cantidad de catalizador emplea-
da es insuficiente para llevar a efecto una combustión
completa de los materiales combustibles que pasan a través
30 de él. Además, los gases adicionales que pasan a través

1 del catalizador, que no participan en las reacciones de
combustión de la zona de catalizador, sirven como sumi-
2 dero de calor para el calor proporcionado por la oxidación
en la zona de catalizador. Por consiguiente, la temperatu-
5 ra en la primera zona de catalizador permanece por debajo
de aquellas que son perjudiciales para el catalizador. En
condiciones de fallo del encendido y de barrido, pasan a
la zona de catalizador concentraciones mayores de mate-
10 riales de combustible, especialmente hidrocarburo, con
oxígeno; sin embargo, debido a la menor temperatura de los
gases que pasan a la zona de catalizador y a una insufi-
ciente cantidad de catalizador para llevar a efecto una
conversión completa de los materiales combustibles, las
15 temperaturas alcanzadas en la zona de catalizador no son
perjudiciales para el catalizador.

Frecuentemente, los motores de combustión
interna de dos tiempos funcionan con proporciones este-
20 quiométricas de aire-combustible para una combustión teó-
ricamente completa del combustible a dióxido de carbono
y agua, o en el lado rico en combustible de la proporción
estequiométrica. La falta de suficiente oxígeno libre
para una combustión completa de los materiales combusti-
bles de los gases de escape, puede ayudar adicionalmente
a mantener aumentos de temperatura adecuados en la zona
25 de catalizador. Con el fin de acrecentar la combustión
del monóxido de carbono e hidrocarburos de los gases de
escape, se pueden añadir gases que contienen oxígeno al
sistema de tratamiento de los gases de escape, después
de la primera zona de catalizador. En general, se dispon-
30 drá de suficiente oxígeno libre durante el tratamiento de

1 los gases de escape de acuerdo con esta invención, para
una combustión sustancialmente completa, sobre una base
estequiométrica, del monóxido de carbono y del hidrocar-
buro contenido en ellos, a dióxido de carbono y agua y,
5 deseablemente, se proporciona por lo menos aproximadamente
0,6 por ciento en volumen, generalmente de aproximadamente
0,6 a 3 por ciento en volumen, de oxígeno libre en exceso
del necesario, sobre una base estequiométrica, para una
combustión completa de los componentes de monóxido de
10 carbono e hidrocarburo.

Como puede producirse un importante enfriamiento
de los gases de escape procedentes del motor, especialmen-
te durante la puesta en marcha cuando el motor está frío,
el primer catalizador se sitúa preferiblemente en una
15 posición relativamente próxima al motor de combustión
interna, de tal modo que los gases de escape de la combus-
tión tengan unas temperaturas suficientemente altas, cuan-
do incidan sobre el primer catalizador, para que, cuando
está frío, el catalizador sea calentado rápidamente hasta
20 temperaturas catalíticas activas. En general, la primera
zona de catalizador se sitúa de tal modo que los gases
que entran en contacto con el catalizador, estén a tempe-
raturas superiores a uno 250°C, preferiblemente de aproxi-
madamente 300 a 600°C, en las condiciones de funcionamien-
25 to que se espera encontrar durante el funcionamiento del
motor. Se pueden emplear medios adicionales para alcanzar
temperaturas suficientes para el catalizador en la prime-
ra zona y conseguir una actividad catalítica adecuada,
tales como calentamiento eléctrico, ignición y combustión
30 térmica de combustible suplementario, aguas arriba de la

1 primera zona de catalizador, y similares, pero, en gene-
ral, no se utilizan éstos, debido a la complejidad que
añadirían al sistema de tratamiento de gases de escape.
Al alcanzar temperaturas suficientes para proporcionar
5 actividad catalítica, el catalizador de la primera zona
de catalizador favorece la oxidación de los componentes
de monóxido de carbono e hidrocarburo de los gases de
escape, a dióxido de carbono y agua.

La cantidad de oxidación que tiene lugar en
10 la primera zona de catalizador, es insuficiente, en un
amplio margen de condiciones de funcionamiento que pueden
ocurrir, para producir temperaturas en ella que sean
perjudiciales para el catalizador. En general, la primera
zona de catalizador sirve para favorecer la combustión
15 de aproximadamente 5 a 75, preferiblemente de aproximada-
mente 15 a 50, por ciento en volumen de los materiales
combustibles, es decir, monóxido de carbono, hidrógeno,
hidrocarburos y similares, en los gases de escape.

El aumento de temperatura de los gases en la
20 primera zona de catalizador, debido a la oxidación en
ella, es con frecuencia de por lo menos aproximadamente
50°C, pero es insuficiente para proporcionar temperaturas
en la primera zona de catalizador, que sean perjudiciales
para el catalizador. Frecuentemente, el aumento de tempe-
25 ratura es inferior a unos 500°C y, con frecuencia, oscila
entre, por ejemplo, aproximadamente 50 y 300°C. En general,
la temperatura máxima de los gases de escape que salen de
la primera zona de catalizador, es inferior a unos 800°C,
oscilando por ejemplo, entre aproximadamente 400 y 800°C,
30 preferiblemente entre aproximadamente 450 y 650°C. Las

1 — temperaturas máximas en la primera zona de catalizador
son inferiores a las temperaturas que pueden ser perjudi-
ciales para el catalizador, debido al uso de una cantidad
de catalizador en la primera zona de catalizador, insufi-
5 ciente para favorecer una combustión completa del conte-
nido de combustible de los gases de escape. Ventajosamente,
el catalizador de la primera zona de catalizador es de
un volumen relativamente pequeño, facilitando así su
calentamiento hasta temperaturas activas, durante la
10 puesta en marcha.

Durante el funcionamiento, la temperatura del
catalizador en la primera zona de catalizador se mantiene,
preferiblemente, lo suficientemente alta para que la
formación de depósitos sobre el catalizador, si es que
15 se produce alguna, sea despreciable. En el tratamiento
de los gases de escape procedentes de motores de dos
tiempos, que contienen partículas de carbono negro y
aerosol blanco, la temperatura del catalizador durante
el uso debe ser superior a unos 300°C, preferiblemente
20 superior a unos 500°C, para reducir a un mínimo la for-
mación de depósitos. En el funcionamiento de los motores
de dos tiempos, los gases de escape pueden entrar en
contacto con el catalizador de una manera pulsante, y los
gases de combustión catalíticos calientes pueden incluso
25 ser aspirados por retroceso a la primera zona de catali-
zador. Las temperaturas deseables pueden mantenerse en
la zona de catalizador entre las pulsaciones intermitentes
de los gases de escape, mediante una combustión catalítica
adicional de los contenidos de combustible que quedan en
30 los gases de combustión calientes, los cuales pueden ser

1 - aspirados por retroceso al catalizador.

Los gases que salen de la primera zona del catalizador, contienen contenidos de combustible, es decir, monóxido de carbono e hidrocarburo sin quemar, en por lo menos la mayoría de las condiciones de funcionamiento del motor. En general, la cantidad relativa de material no quemado en el efluente procedente de la primera zona de catalizador, depende del caudal volumétrico de los gases. Por ejemplo, en un amplio margen de condiciones de funcionamiento, los gases de escape procedentes de la primera zona de catalizador contendrán monóxido de carbono y, lo más usualmente, hidrocarburo, por ejemplo, por lo menos aproximadamente 0,1 % en volumen, con frecuencia de aproximadamente 1 a 4 por ciento en volumen, de monóxido de carbono y por lo menos aproximadamente 0,02 por ciento en volumen, con frecuencia de aproximadamente 0,02 a 0,8 por ciento en volumen, de hidrocarburo. Los gases que salen de la primera zona de catalizador pasan, por ejemplo, a través de una zona de enfriamiento que conecta la primera zona de catalizador con una segunda zona de catalizador. El enfriamiento sirve para reducir la temperatura de los gases de escape, de tal modo que pueda tener lugar una combustión adicional en la segunda zona de catalizador, sin que se obtengan temperaturas indebidamente altas que puedan ser perjudiciales para el catalizador de dicha zona.

El enfriamiento de los gases de escape puede efectuarse principalmente, por intercambio indirecto de calor con el medio circundante, y por radiación. Así, la velocidad y la cantidad de enfriamiento, dependerán del

1 -cudal de gases por la zona de enfriamiento, de la tempe-
ratura de los gases, de la temperatura del medio circun-
dante, y del área superficial de la zona de enfriamiento.
Se puede efectuar un enfriamiento adicional de los gases
5 de escape procedentes de la primera zona de catalizador,
mezclando con ellos gases más fríos, por ejemplo, aire.
La adición de aire puede servir también para garantizar
que se proporcione el oxígeno libre suficiente para una
combustión completa de los contenidos de monóxido de car-
10 bono a hidrocarburo de los gases de escape. Ventajosamente,
la adición de aire se realiza por un punto comprendido
entre las zonas de catalizador primera y segunda.

En general, la caída de temperatura entre las
zonas de catalizador primera y segunda, no es tan grande
15 que el segundo catalizador no se mantenga a una tempera-
tura suficiente, o próxima a ella, para iniciar y mantener
la combustión catalítica. La caída de temperatura de los
gases entre la primera zona de catalizador y la segunda
zona de catalizador es frecuentemente, en especial para
20 bajas velocidades del motor, de por lo menos aproximada-
mente 50°C, por ejemplo, de aproximadamente 50 a 400°C,
con frecuencia de aproximadamente 150 a 350°C, y los gases
de escape que pasan a la segunda zona de catalizador son
enfriados, generalmente, hasta temperaturas comprendidas
25 en el margen de aproximadamente 300 a 600°C, preferible-
mente de aproximadamente 350 a 550°C.

En un aspecto de esta invención, en el que los
gases son evacuados del sistema después de la segunda
zona de catalizador, el segundo catalizador es, ventajosa-
30 mente, de un área superficial y de una actividad suficien-

1 tes para proporcionar el nivel deseado de reducción de
monóxido de carbono e hidrocarburos en los gases de escape,
en la mayor parte del margen esperado de condiciones de
funcionamiento del motor de combustión interna. En general,
5 en la primera zona de catalizador se producirá una combus-
tión suficiente del monóxido de carbono y de los hidrocar-
buros, y los gases emitidos desde ella estarán lo suficien-
tamente fríos para que la combustión que tiene lugar en la
segunda zona de catalizador, no alcance temperaturas que
10 sean perjudiciales para el catalizador en ella existente,
incluso en condiciones en que falla el encendido del motor.
En condiciones de bajo caudal, puede haber un volumen de
contenido combustible en el efluente procedente de la
primera zona de catalizador, menor que en condiciones de
15 alto caudal de escape. Así, el aumento de temperatura de
los gases que pasan por la segunda zona de catalizador,
puede variar ampliamente en condiciones variables de fun-
cionamiento del motor. En general, el aumento de tempera-
tura de los gases que pasan por la segunda zona de catali-
20 zador es de por lo menos aproximadamente 25°C, preferible-
mente de por lo menos aproximadamente 50°C y, con frecuen-
cia, oscila entre aproximadamente 25 y 250°C, preferible-
mente entre aproximadamente 50 y 200°C. Las temperaturas
máximas de los gases obtenidos en la segunda zona de
25 catalizador son generalmente inferiores a unos 900°C y,
con frecuencia, están en el margen de aproximadamente 400
a 900°C. El catalizador de la segunda zona de catalizador
se mantiene preferiblemente a una temperatura de por lo
menos aproximadamente 450°C, preferiblemente de por lo
30 menos aproximadamente 550°C, con el fin de reducir a un

1 mínimo el depósito de componentes indeseables sobre la
superficie de catalizador y para efectuar la combustión
catalítica.

5 En un aspecto de esta invención, cuando se
emplea más de una zona de catalizador secuencialmente
subsiguiente, la segunda zona de catalizador tiene en
general una cantidad de catalizador insuficiente para favo-
recer cantidades de oxidación tan grandes que se puedan
10 alcanzar las altas temperaturas que pueden ser perjudicia-
les para el catalizador. En otros aspectos, tales como la
temperatura máxima de los gases en la segunda zona de cata-
lizador, el funcionamiento es similar al aspecto de la
invención en el que los gases son evacuados del sistema
después de la segunda zona de catalizador. Esta segunda
15 zona de catalizador va seguida, preferiblemente, por una
zona de enfriamiento, a través de la cual se enfrían los
gases antes de que incidan sobre el catalizador de una
zona de catalizador subsiguiente. El enfriamiento puede
efectuarse de la misma manera esencialmente que con la
20 zona de enfriamiento entre las zonas de catalizador pri-
mera y segunda; sin embargo, la cantidad de enfriamiento
puede ser con frecuencia algo menor, por ejemplo, de apro-
ximadamente 100 a 300°C, para facilitar el mantenimiento
de la temperatura del catalizador subsiguiente lo suficien-
25 temente alta, bajo el amplio margen de condiciones de
funcionamiento del motor que pueden encontrarse, para que
reduzca a un mínimo la formación de depósitos sobre la
superficie del catalizador y para mantener el catalizador
a temperaturas catalíticamente eficaces o próximas a las
30 mismas.

1 En un aspecto adicional de esta invención, el
tratamiento catalítico de los gases de escape procedentes
del motor de combustión interna puede servir también para
reducir el contenido de óxidos de nitrógeno de ellos. Los
5 gases de escape que contienen óxidos de nitrógeno y una
cantidad insuficiente de oxígeno, sobre una base estequio-
métrica, para una combustión completa del monóxido de
carbono y del hidrocarburo, pueden acrecentar cualquier
reducción de óxidos de nitrógeno en la primera zona de
10 catalizador. El catalizador empleado, especialmente en
la primera zona de catalizador, puede tener actividad
catalítica para favorecer la oxidación, así como la
reducción de óxidos de nitrógeno. Las reacciones de oxi-
dación pueden servir para proporcionar calor para las
15 reacciones de reducción. En general, en el funcionamiento
de los motores de combustión interna de dos tiempos, en
condiciones de proporción de combustible-aire rica en
combustible o casi estequiométrica, la producción de
óxidos de nitrógeno durante la combustión en el motor de
20 combustión interna, es relativamente pequeña. Por ejemplo,
los gases de escape procedentes de motores de dos tiempos,
pueden producir aproximadamente de 0,0 a 0,05 gramos por
kilómetro, de óxidos de nitrógeno.

25 Los gases, después de ser tratados por los
procedimientos de esta invención, contienen frecuentemente
menos de aproximadamente 0,02, preferiblemente menos de
aproximadamente 0,05, por ciento en volumen de monóxido
de carbono, y menos de aproximadamente 0,002, preferible-
mente menos de aproximadamente 0,001, por ciento en vo-
30 lumen de hidrocarburo.

1 Los catalizadores que son adecuados para el
tratamiento de los gases de escape procedentes de motores
de combustión interna, incluyen los catalizadores de
dimensiones macroscópicas. Los catalizadores tienen uno
5 o más componentes metálicos, especialmente un componente
metálico del grupo del platino, como agente que favorece
la acción catalítica, combinados con un soporte de óxido
refractario, de gran área superficial. Dependiendo de los
componentes metálicos de acción favorecedora, catalítica-
10 mente activos, de los catalizadores, y de las condiciones
de su empleo, los catalizadores pueden servir para fa-
vorecer simultáneamente, tanto las reacciones de oxidación
como las de reducción. Los catalizadores pueden servir,
así, para acrecentar la oxidación de los hidrocarburos o
15 del monóxido de carbono, mientras que favorecen la reduc-
ción de los óxidos de nitrógeno, hasta materiales menos
nocivos, tales como dióxido de carbono, nitrógeno y agua.

 El componente metálico, favorecedor de la
acción, catalíticamente activo, de los catalizadores, que
20 puede emplearse, puede comprender uno o más metales, los
cuales pueden estar en forma elemental o combinada, como
en el caso de aleaciones, sales, óxidos y similares. Los
metales son, generalmente, los metales pesados o de
transición de los grupos III a VIII, que tienen un peso
25 atómico de por lo menos aproximadamente 45. Los metales
incluyen, por ejemplo, los metales del grupo del hierro,
tales como níquel y cobalto; los metales de los grupos
VB y VIB, por ejemplo, vanadio, cromo, molibdeno y wolfra-
mio; cobre; manganeso; renio, y combinaciones de tales
30 metales. Los metales anteriores pueden también estar en

1 los catalizadores como componentes catalíticamente activos
y es preferible en gran manera que haya presentes uno o
más metales del grupo del platino. Los útiles metales del
grupo del platino incluyen, por ejemplo, platino, rutenio,
5 paladio y rodio, pudiendo servir las mezclas o aleaciones
de tales metales, por ejemplo, platino-paladio, platino-
rodio, como componente metálico del grupo del platino, de
los catalizadores.

La cantidad de metal de acción favorecedora es,
10 generalmente, una porción menor del material compuesto
catalítico, con relación al peso total de metal de acción
favorecedora y del soporte de óxido refractario de gran
área superficial, y la cantidad es suficiente para propor-
15 cionar un efecto favorecedor de la acción catalítica de-
seada, durante el uso del catalizador. Tales cantidades
pueden depender de la elección del metal y del uso a que
se destine el catalizador, y las cantidades son, en gene-
ral, de por lo menos aproximadamente 0,01 por ciento en
20 peso con relación al metal total de acción favorecedora
y a la base de gran área. Estas cantidades pueden ser
hasta aproximadamente 30 ó 40 por ciento o más y, prefe-
riblemente, las cantidades son de aproximadamente 1 a 20
por ciento. En el caso de metales comunes o no precisos,
las cantidades son frecuentemente de por lo menos aproxi-
25 madamente 2 por ciento. En el caso de los metales del
grupo del platino, las cantidades no exceden materialmente
de aproximadamente un 5 por ciento en peso, con relación
al componente de metal de acción favorecedora y al sopor-
te de gran área. Por ejemplo, la cantidad puede ser de
30 aproximadamente 0,01 a 4 por ciento, y, preferiblemente,

1 es de aproximadamente 0,05 a 2 por ciento. Con frecuencia,
cuando el catalizador está en forma de gránulos, la canti-
dad de metal del grupo del platino es de aproximadamente
0,02 a 2 o más por ciento en peso y, lo más frecuentemente,
5 es de hasta aproximadamente 0,2 por ciento en peso, con
relación al catalizador total. Cuando el componente de
metal del grupo del platino de los catalizadores contiene
más de uno de tales metales, este componente puede estar
compuesto, por ejemplo, por una cantidad principal de
10 platino y una cantidad menor de uno o más de los otros
metales del grupo del platino, por ejemplo, paladio, rodio
o rutenio. Por ejemplo, este componente del catalizador
puede tener de aproximadamente 55 a 95 por ciento en peso
de platino y de aproximadamente 5 a 45 por ciento en peso
15 de paladio o de rodio, con relación al total de estos me-
tales. Las cantidades de los metales favorecedores de la
acción catalítica, tanto si son metales comunes como me-
tales preciosos, se indican aquí con relación a los meta-
les, independientemente de su forma.

20 Los catalizadores que pueden ser particularmente
útiles en los sistemas en los que se desea efectuar si-
multáneamente tanto la oxidación como la reducción, por
ejemplo, para reducir óxidos de nitrógeno al tiempo que
se oxida el monóxido de carbono y los hidrocarburos que
25 pueda haber presentes en el sistema de reacción, compren-
den un metal del grupo del platino y uno o más componentes
de metal común, que pueden seleccionarse de entre aquellos
que se han descrito anteriormente, y que pueden contener
en particular un metal del grupo del hierro, tal como
30 níquel, por ejemplo, en forma de óxidos metálicos, por

1 - ejemplo, de óxido de níquel. Las cantidades del metal del
grupo del platino presentes pueden ser como se ha indica-
do arriba, por ejemplo, de aproximadamente 0,01 a 4 por
5 ciento, preferiblemente de aproximadamente 0,05 a 1,5 ó
2 por ciento, mientras que el metal común está presente,
con frecuencia, en una cantidad mayor que el metal del
grupo del platino, por ejemplo, de por lo menos aproxi-
madamente un 2 por ciento y hasta aproximadamente un 20
10 por ciento. Estas cantidades son nuevamente con relación
al peso total del metal de acción favorecedora y del so-
porte de gran área.

Los catalizadores de dimensiones macroscópicas
tienen alúmina aplicada a sus superficies para proporcio-
nar protección contra los efectos envenenadores de diver-
15 sos materiales, tales como plomo, zinc, otros metales,
azufre, fósforo y similares. Frecuentemente, la alúmina
aplicada a la superficie (con relación a Al_2O_3) comprende
una cantidad menor, por ejemplo de aproximadamente 10 a
20 100 por ciento, del peso total del metal favorecedor de
la acción catalítica y del soporte de gran área y, prefe-
riblemente, esta cantidad es de aproximadamente 20 a 75
por ciento, y no afecta de modo indebidamente adverso, si
es que afecta algo, al catalizador. La alúmina aplicada
a la superficie contiene alúmina catalíticamente activa
25 o una alúmina hidratada precursora de la misma, como
componente esencial. Este componente de alúmina activa
es del tipo de gran área superficial, por ejemplo, que
tiene un área superficial de por lo menos aproximadamente
25, preferiblemente, de por lo menos aproximadamente 100,
30 metros cuadrados por gramo, determinado por el método BET

1 y, en general, se la denomina catalíticamente activa. Las
alúminas activas incluyen los miembros de la familia de
la alúmina gamma o activada, tales como alúminas gamma y
beta, para distinguirla de la alúmina alfa, relativamente
5 inactiva, de baja área superficial. Los materiales aplica-
dos a la superficie pueden ser alúmina calcinada o activa-
da, o una alúmina hidratada, que puede ser convertida en
alúmina activada por calcinación, o puede utilizarse, a
temperaturas elevadas, por ejemplo alúmina hidratada amor-
10 fa, alúmina monohidratada, alúmina trihidratada o sus
mezclas. Estos materiales de alúmina pueden contener pe-
queñas cantidades de otros componentes, tales como óxidos
de tierras raras, por ejemplo, óxido de cerio, sílice y
similares. La alúmina es preferiblemente una cantidad
15 principal del material aplicado a la superficie, con
relación al material sólido. Lo más deseablemente es que
la cantidad de alúmina sea de por lo menos aproximadamente
el 75% del peso total de los sólidos. Si se añaden otros
ingredientes al catalizador después del componente de alú-
20 mina aplicado a la superficie, se prefiere que aquellos
estén esencialmente libres de componentes metálicos de
acción favorecedora, catalíticamente activos, por ejemplo,
metales del grupo del platino, u otros agentes de acción
favorecedora, de una actividad catalítica sustancialmente
25 mayor que el componente de alúmina aplicado a la superfi-
cie. El soporte de gran área con que está combinado el
componente metálico de acción favorecedora catalíticamente
activo, en los catalizadores de esta invención, está com-
puesto por uno o más óxidos refractarios. Estos óxidos
30 incluyen, por ejemplo, sílice y óxidos metálicos, tales

1 como alúmina, incluidas las formas de óxidos mixtos, ta-
les como sílice-alúmina, aluminosilicatos, que pueden ser
amorfos o cristalinos, alúmina-óxido de zirconio, alúmi-
na-óxido de cromo, alúmina-óxido de cerio y similares.
5 Preferiblemente, el soporte está compuesto en una mayor
proporción, por alúmina que incluye, especialmente, los
miembros de la familia de la alúmina gamma o activada,
tales como alúminas gamma y eta. Los materiales de sopor-
te que están mezclados con el componente metálico de
10 acción favorecedora, catalíticamente activo, en los cata-
lizadores de esta invención, se dice con frecuencia que
están en forma catalíticamente activa, pero tal actividad
es de un orden bajo en comparación con la de los compo-
nentes metálicos de acción favorecedora, catalíticamente
15 activos. Los soportes de gran área superficial comprenden
una cantidad principal, con relación al peso combinado
del soporte y del metal de acción favorecedora, catalíti-
camente activo, y el área superficial del soporte es,
generalmente, de por lo menos aproximadamente 25 metros
20 cuadrados por gramo, tal como se determina por el método
BET, preferiblemente de por lo menos aproximadamente 100
metros cuadrados por gramo.

Los catalizadores de esta invención están en
forma de dimensiones macroscópicas como lo están las
25 composiciones catalíticas a las que se aplica la alúmina
para comunicar la resistencia deseada al efecto de los
materiales que, de otro modo, envenenarían el catalizador
en una mayor extensión. En general, los catalizadores de
dimensiones macroscópicas tienen dimensiones mínimas de
30 por lo menos 1,59 mm y, con frecuencia, por lo menos una

1 o todas las dimensiones son de por lo menos 3,18 mm. Los
catalizadores pueden estar en forma de partículas, tales
como esferas, cubos, gránulos alargados o similares, pero
están preferiblemente en forma de estructuras monolíticas
5 o unitarias, que tienen una pluralidad de recorridos de
flujo de gas a través de un solo trozo de catalizador.

Los catalizadores de la invención pueden tener
un componente portador que es relativamente catalíticamen-
te inerte en comparación con el soporte de gran área
10 superficial, y el portador es generalmente de un área
superficial total considerablemente inferior a la del
soporte al cual se aplica. Así, el portador puede tener
un área superficial total inferior a aproximadamente 5
o 10 metros cuadrados por gramo, más frecuentemente infe-
rior a aproximadamente 1 metro cuadrado por gramo, tal
15 como se determina por el método BET. El portador puede
estar en una forma de partícula de dimensiones macroscó-
picas y, preferiblemente, está en forma monolítica, por
ejemplo, una configuración de panal. El material de sopor-
te de gran área está distribuido, generalmente, en forma
20 de recubrimiento sobre la mayor parte, si no toda, la
superficie del portador y, usualmente, el material de
soporte de gran área superficial está presente en los
catalizadores, en una cantidad menor con relación al peso
del portador relativamente inerte, por ejemplo, de apro-
ximadamente 5 a 25, preferiblemente de aproximadamente 10
25 a 20, por ciento en peso.

Los portadores relativamente inertes de los
catalizadores de esta invención, pueden estar hechos de
30 uno o más materiales de una diversidad de ellos, pero

1 preferiblemente están compuestos principalmente por uno
o más óxidos refractarios u otros materiales cerámicos,
o por metales. Los portadores preferidos están compuestos
5 por cordierita, cordierita-alúmina alfa, nitruro de
silicio, mullita de zircón, espodúmeno, alúmina-sílice-
óxido de magnesio o silicato de zirconio. Ejemplos de
otros materiales cerámicos refractarios utilizables en
lugar de los materiales preferidos como portador, son
10 silimanita, silicatos de magnesio, zircón, petalita,
alúmina alfa y aluminosilicatos, Aunque el portador puede
ser un material vitrocerámico, está preferiblemente sin
vidriar y puede estar de manera esencialmente completa
en forma cristalina y está caracterizado por la ausencia
de cualquier cantidad significativa de matrices vítreas
15 o amorfas, por ejemplo, del tipo que se encuentra en los
materiales de porcelana. Además, la estructura puede
tener una considerable porosidad accesible, para distin-
guirla de la porcelana sustancialmente no porosa utiliza-
da en aplicaciones eléctricas, por ejemplo en bujías de
20 encendido, caracterizada por tener relativamente poca
porosidad accesible. Así, la estructura del portador
puede tener un volumen de poros en agua de por lo menos
aproximadamente un 10 por ciento en peso. Tales porta-
dores se describen, por ejemplo, en la patente de Estados
25 Unidos número 3.565.830, la que se incorpora aquí como
referencia.

Los portadores monolíticos de los catalizadores
de esta invención son del tipo que tienen una pluralidad
de pasos a través de un solo trozo del portador. Los
30 pasos están abiertos al flujo de los flúidos y por lo

1 - tanto, no están bloqueados ni herméticamente cerrados
contra el flujo desde una entrada hasta una salida sepa-
rada y, por consiguiente, los pasos no son meramente
poros superficiales. Los pasos son en general bastante
5 grandes en comparación con el tamaño de los poros super-
ficiales, con el fin de que los flúidos que entran por
los pasos no estén sometidos a una excesiva caída de
presión. Los portadores de catalizador monolíticos tienen
una estructura de esqueleto, unitaria, de tamaño macros-
10 cópico, con una dimensión de sección transversal mínima,
generalmente perpendicular a la dirección del flujo de
flúido a través de ella, de, por ejemplo, por lo menos
aproximadamente 2 cm, por ejemplo, en forma de panal,
y tienen longitudes del recorrido de flujo de por lo menos
15 aproximadamente 10 mm, preferiblemente de por lo menos
aproximadamente 20 mm.

Los pasos de flujo del portador monolítico
pueden ser canales de pared delgada que proporcionan una
cantidad relativamente grande de área de superficie super-
20 ficial. Los canales pueden ser de una o más de una diver-
sidad de configuraciones y tamaños de sección transversal.
Los canales pueden ser de la configuración en sección
transversal de, por ejemplo, un triángulo, un trapezoide,
un rectángulo, un polígono de más de cuatro lados, un
25 cuadrado, una senoide, un óvalo o un círculo, de tal
modo que las secciones transversales del portador repre-
senten un dibujo repetido que puede describirse como una
estructura de panal, ondulada o reticular. Las paredes de
los canales celulares son generalmente de un espesor nece-
30 sario para proporcionar un cuerpo unitario suficientemente

1 fuerte, y el espesor estará comprendido con frecuencia
en el margen de aproximadamente 50 a 885 micras. Con este
5 espesor de pared, las estructuras pueden contener entre
aproximadamente 8 y 400 o más aberturas de entrada de
gas para los canales de flujo, por centímetro cuadrado
de sección transversal, y un número correspondiente de
canales de flujo de gas, preferiblemente de aproximada-
mente 9 a 80 entradas de gas y canales de flujo, por
centímetro cuadrado. El área abierta de la sección trans-
10 versal puede ser superior a aproximadamente un 60 por
ciento del área total. El tamaño y las dimensiones del
soporte de esqueleto refractario unitario de esta inven-
ción, pueden variarse. El soporte es unitario o monolí-
tico en el sentido de que una importante porción, prefe-
15 riblemente una porción principal o incluso esencialmente
la totalidad, de su sección transversal, está compuesta
por una estructura o unidad de esqueleto interconectada.
En general, tal unidad puede tener un área de sección
transversal de por lo menos aproximadamente 10 centímetros
20 cuadrados, preferiblemente de por lo menos aproximadamente
13 centímetros cuadrados.

En un aspecto de esta invención, el catalizador
de la primera zona tiene de aproximadamente 8 a 50, pre-
feriblemente de aproximadamente 9 a 50, canales de flujo
25 de gas por centímetro cuadrado de área superficial de la
cara del catalizador. Deseablemente, el primer cataliza-
dor tiene grandes aberturas pasantes de flujo, es decir,
menos canales de flujo de gas por centímetro cuadrado,
con el fin de crear una presión de retroceso mínima y de
30 que cualquier formación de depósito sobre la superficie

1 de catalizador no provoque rápidamente la obstrucción del catalizador. El catalizador de las zonas de catalizador segunda y subsiguiente, si se emplea, puede emplear también aberturas grandes.

5 En el aspecto de esta invención, en el que el catalizador de una zona de catalizador está compuesto por una pluralidad de cuerpos de catalizador secuencialmente adyacentes, el primer cuerpo de catalizador puede tener generalmente menos de aproximadamente 16, frecuentemente
10 de aproximadamente 8 a 16, canales de flujo de gas por centímetro cuadrado de sección transversal. Los cuerpos de catalizador segundo y adicionales de aguas abajo, si se emplean, pueden tener generalmente, aproximadamente
15 24, con frecuencia por lo menos aproximadamente 32, canales de flujo de gas por centímetro cuadrado de sección transversal. Los cuerpos de catalizador están secuencialmente adyacentes, es decir, pueden estar integrados o en contacto, o pueden estar separados, pero no por distancias
20 tales que se produzca un enfriamiento significativo de los gases, y están dispuestos de tal manera que los gases pasan a través del cuerpo de catalizador precedente, antes de pasar por el siguiente cuerpo de catalizador. La relación en volumen del primer cuerpo de catalizador al cuerpo de catalizador total, puede variar ampliamente
25 y, frecuentemente, el primer cuerpo de catalizador comprende aproximadamente de 10 a 90 por ciento en volumen del catalizador total. Cuando en el procedimiento de esta invención para el tratamiento de gases de escape de motores de dos tiempos, se emplean los cuerpos de
30 catalizador secuencialmente adyacentes, se emplean por

1 lo menos en la primera zona de catalizador.

La invención se describe adicionalmente con referencia a los dibujos, en los cuales:

5 La figura 1 es un diagrama esquemático de un aparato de esta invención que tiene dos zonas de catalizador, y

10 La figura 2 es un diagrama esquemático de un aparato de esta invención, que tiene dos zonas de catalizador y se suministra aire suplementario entre la primera y segunda zonas de catalizador.

15 Con referencia a los dibujos, el número 10 designa generalmente una lumbrera de escape de un colector de escape de un motor de combustión interna de dos tiempos. Los gases de escape procedentes del motor de combustión interna pasan desde la lumbrera de escape a la conducción 12 que conecta el primer catalizador con la primera zona 14 de catalizador. La primera zona 14 de catalizador contiene el catalizador 16 montado en ella. Los gases salen de la primera zona 14 de catalizador y pasan a través de la zona de enfriamiento o conducción 18, donde los gases son enfriados y transportados a la segunda zona 20 de catalizador, que tiene el catalizador 22 montado en ella. Los gases salen de la segunda zona 20 de catalizador, a través de la conducción 24, y pueden ser evacuados a la atmósfera, transportados a un silenciador de escape, o similar.

25 Con referencia a la figura 2, se dispone la conducción 26 de aire para suministrar aire a los gases en la zona de enfriamiento 18 que fluyen a la segunda zona 20 de catalizador. El caudal de aire a la zona de

30

1 enfriamiento 18, está regulado mediante los medios de
regulación 28, que pueden ser una válvula, una bomba
ajustable de flujo volumétrico, o similar, los cuales
están a su vez regulados por los medios sensores 30 que
5 están en comunicación con ellos. Los medios sensores 30
pueden estar en comunicación con por lo menos uno de los
carburadores del motor, para responder a condiciones de
mezcla rica en combustible o pobre en combustible, al
sistema de ignición o al mecanismo de accionamiento del
10 motor, para responder a la velocidad del motor y, por lo
tanto, al caudal de los gases de escape, a un sensor de
temperatura antes o después de la primera zona 14 de cata-
lizador, a un sensor de monóxido de carbono y/o hidrocar-
buro, antes o después de la primera zona 14 de catalizador,
15 o a un sensor de oxígeno, antes o después de la zona 14
de catalizador. El aire suplementario puede ser suminis-
trado, así, a los gases de escape, en cantidades adecuadas
para el funcionamiento del sistema de tratamiento del
escape del motor, para proporcionar oxígeno suficiente
20 para la combustión de las impurezas combustibles de los
gases de escape y/o para proporcionar un enfriamiento
suficiente de los gases antes de que pasen a una zona de
catalizador.

25 La invención se ilustra adicionalmente mediante
el siguiente ejemplo. Todas las partes y porcentajes es-
tán en volumen, a menos que se indique de otro modo.

30 Un ciclomotor Yamaha, que tiene un motor de dos
tiempos, de 350 centímetros cúbicos, de dos cilindros,
está provisto de un dispositivo de tratamiento del escape
similar al descrito en la figura 2. El suministro de aire

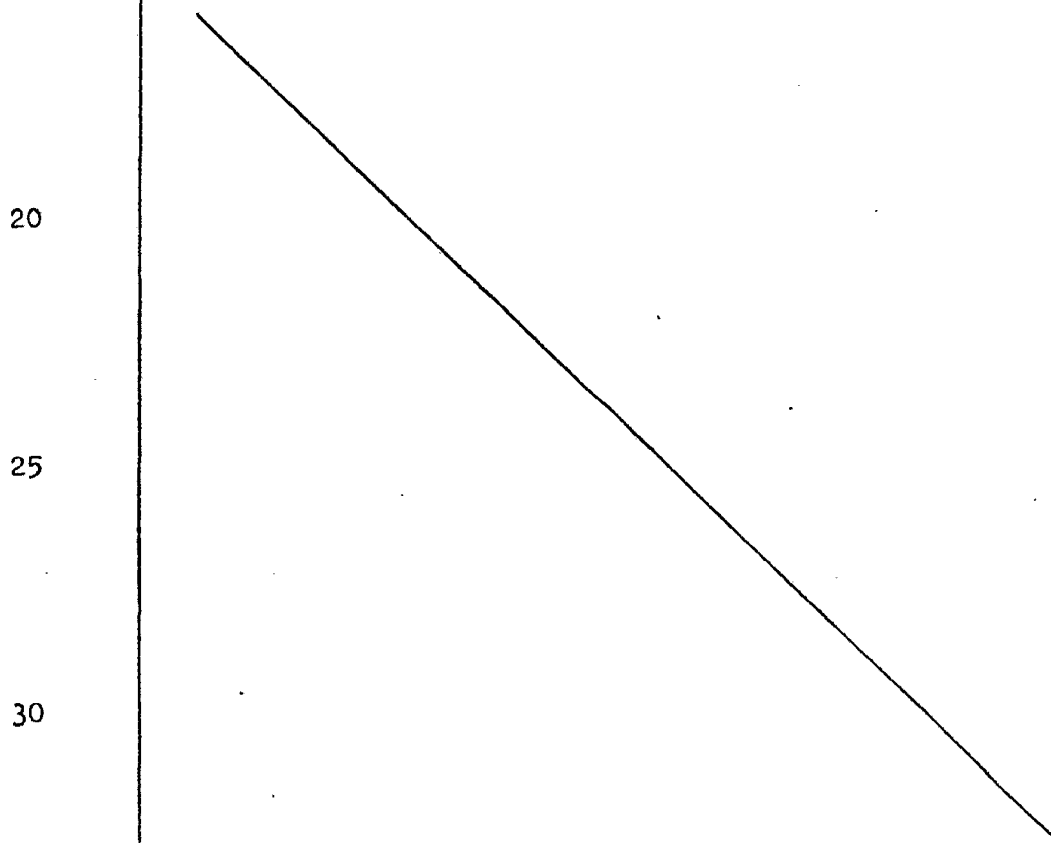
1 se regula manualmente para proporcionar 42,5 litros por
minuto de aire, para velocidades del ciclomotor inferiores
a aproximadamente 48 kilómetros por hora, y 113 litros
5 por minuto de aire, para velocidades del ciclomotor supe-
riores a los 48 kilómetros por hora. El aire se inyecta
en el escape inmediatamente aguas abajo de la cara poste-
rior del primer catalizador. El primer catalizador está
situado 380 milímetros aguas abajo de la lumbrera del
colector de escape y contiene dos trozos de catalizador
10 unitario, secuencialmente en contacto, proporcionando un
volumen total de catalizador de 181 centímetros cúbicos
y un área de sección transversal de 17,8 centímetros cua-
drados. El trozo de catalizador aguas arriba tiene una
longitud de 25 mm y tiene 10 aberturas o pasos de flujo
15 de gas por centímetro cuadrado, y el trozo de catalizador
adyacente aguas abajo tiene una longitud de 75 milímetros
y tiene 40 aberturas por centímetro cuadrado. El catali-
zador de la segunda zona de catalizador es esencialmente
idéntico al de la primera zona de catalizador. Los cata-
20 lizadores primero y segundo están separados por 266,7 mm,
y un tubo de escape metálico convencional interconecta
las zonas de catalizador. El efluente procedente de la
segunda zona de catalizador pasa a un silenciador de es-
cape convencional del ciclomotor. El combustible empleado
25 en este ejemplo por el ciclomotor es una combinación
convencional de aceite lubricante comercial, para motores
de dos tiempos, inyectado en gasolina de un índice de
octano de 91 (medido por el método Research) de aproxi-
madamente 0,005 a 0,006 gramos de plomo por litro, de
30 un promedio de aproximadamente 300 partes por millón de

1 azufre, y menos de aproximadamente una parte por millón
de fósforo.

5 El uso del procedimiento de esta invención con
el ciclomotor de dos tiempos descrito anteriormente, se
demuestra empleando un dinamómetro (modelo Clayton) de
bastidor, de rodillo doble, para ciclomotor con una masa
de inercia de 218 kilogramos. El ciclomotor se enfría
durante el ensayo con dos ventiladores de 74 centímetros,
uno a cada lado de la rueda delantera y en ángulo en rela-
10 ción con el motor. El flujo de aire de enfriamiento es
equivalente aproximadamente al flujo de aire para velo-
cidades del ciclomotor de 40 kilómetros por hora.

15 Los gases efluentes procedentes del sistema de
escape se analizan de acuerdo con el método de ensayo EPA
(1975-FTP) para emisiones de vehículos ligeros. La dura-
ción del ensayo es de aproximadamente 31 minutos, con
aproximadamente 14 minutos de funcionamiento en condicio-
nes de parada y marcha, que van desde el punto muerto
hasta aproximadamente 56 kilómetros por hora, y aproxima-
20 damente el 10 por ciento del ensayo se efectúa para una
velocidad del ciclomotor de aproximadamente 80 kilómetros
por hora. Durante el ensayo de las emisiones, se determi-
na que las emisiones son de 3,2 gramos de hidrocarburo
por kilómetro, 7,4 gramos de monóxido de carbono por ki-
25 lómetro y 0,018 gramos de óxido de nitrógeno por kilóme-
tro. Sin emplear el procedimiento de esta invención, se
determina que las emisiones son de aproximadamente 11,4
gramos de hidrocarburo por kilómetro, 12,4 gramos de mo-
nóxido de carbono por kilómetro y 0,019 gramos de óxidos
30 de nitrógeno por kilómetro. Los perfiles de temperatura

1 — máxima del sistema de tratamiento de escape se determinan
para funcionamientos del motor a 90 kilómetros por hora
y en condiciones de conducción de parada y marcha, a
5 menos de 56 kilómetros por hora. A unos 90 kilómetros
por hora, los gases de escape que inciden sobre el primer
catalizador están a unos 375°C, y el efluente procedente
del primer catalizador está a unos 765°C. Los gases que
inciden sobre el segundo catalizador están a unos 745°C,
10 y el efluente procedente del segundo catalizador está a
unos 895°C. En condiciones de parada y marcha, los gases
de escape que inciden sobre el primer catalizador están
a unos 310°C, y el efluente procedente del primer catali-
zador está a unos 565°C. Los gases que inciden sobre el
15 segundo catalizador están a unos 365°C, y el efluente
procedente del segundo catalizador está a unos 590°C.



1

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 método para tratar catalíticamente los gases de escape procedentes de un motor de combustión interna de dos tiempos, comprendiendo dichos gases por lo menos aproximadamente un 2 por ciento en volumen de monóxido de carbono y por lo menos aproximadamente un 0,05 por ciento en volumen de hidrocarburo, que consiste en hacer pasar los gases de escape a una primera zona de catalizador, para proporcionar un primer efluente de combustión del catalizador, que contiene cantidades variables de combustible, teniendo dicha primera zona de catalizador una cantidad insuficiente de catalizador de oxidación para activar la combustión completa de monóxido de carbono y del hidrocarburo de los gases de escape, y para producir temperaturas en la primera zona de catalizador que sean perjudiciales para el catalizador, en que la temperatura del primer efluente de combustión de catalizador es de aproximadamente 50 a 500°C mayor que la temperatura de los gases de escape que llegan a la primera zona de catalizador, enfriar el primer efluente de combustión del catalizador en por lo menos unos 50°C, y hacer pasar el primer efluente de combustión del catalizador, enfriado, a una segunda zona de catalizador que contiene

1 catalizador de oxidación para proporcionar un segundo
efluente de combustión del catalizador, en que la tempe-
ratura del segundo efluente de combustión del catalizador
es por lo menos aproximadamente 25°C superior que la
5 temperatura del primer efluente de combustión del catali-
zador, enfriado, pero es insuficiente para producir tempe-
raturas en la segunda zona de catalizador que sean perju-
diciales para el catalizador.

10 2ª.- El método de la reivindicación 1ª, en el
que el primer efluente de combustión de catalizador está
a una temperatura máxima comprendida entre aproximadamen-
te 400 y 800°C.

15 3ª.- El método de la reivindicación 2ª, en el
cual el primer efluente de combustión del catalizador se
enfria en aproximadamente 50 a 400°C, antes de hacerlo
pasar a la segunda zona de catalizador.

20 4ª.- El método de la reivindicación 3ª, en el
cual se mezcla aire suplementario con el primer efluente
de combustión del catalizador, antes de hacerlo pasar a
la segunda zona de catalizador, en una cantidad suficiente
para proporcionar un exceso de oxígeno libre sobre una
base estequiométrica, para la combustión de los contenidos
de combustible del primer efluente de combustión del ca-
talizador.

25 5ª.- El método de la reivindicación 4ª, en el
cual los gases de escape contienen una cantidad de oxí-
geno libre insuficiente, sobre una base estequiométrica,
para la combustión completa del monóxido de carbono y del
hidrocarburo contenidos en ellos.

30 6ª.- El método de la reivindicación 3ª, en el

1 — cual el segundo efluente de combustión del catalizador
está a una temperatura máxima comprendida entre aproxima-
damente 400 y 900°C.

5 7ª.- El método de la reivindicación 1ª, en el
cual los gases de escape contienen una cantidad de oxígeno
libre insuficiente, sobre una base estequiométrica, para
la combustión completa del monóxido de carbono y del
hidrocarburo contenidos en ellos.

10 8ª.- El método de la reivindicación 1ª, en el
cual el segundo efluente de combustión del catalizador
contiene contenidos de combustible y se enfría y se hace
pasar, seguidamente, a por lo menos una zona de cataliza-
dor subsiguiente, en serie, que contiene catalizador de
oxidación para proporcionar un subsiguiente efluente de
15 combustión del catalizador, en el que la temperatura del
segundo efluente de combustión del catalizador se reduce
suficientemente durante el enfriamiento para que la tem-
peratura máxima de la zona de catalizador subsiguiente
sea inferior a la que puede afectar perjudicialmente al
20 catalizador.

9ª.- El método de la reivindicación 1ª, en el
cual de aproximadamente 5 a 75 por ciento en volumen de
materiales combustibles de los gases de escape, son so-
metidos a combustión en la primera zona de catalizador.

25 10ª.- El método de la reivindicación 1ª, en el
cual el catalizador de oxidación empleado en las zonas
de catalizador primera y segunda, es un catalizador ma-
croscópico, que tiene una cantidad menor de por lo menos
un componente metálico que posee actividad catalítica
30 para proporcionar actividad catalítica sobre un soporte

1 de óxido refractario de gran área superficial.

5 11ª.- El método de la reivindicación 10ª, en el cual el catalizador de oxidación comprende metal del grupo del platino como componente metálico que posee actividad catalítica.

12ª.- El método de la reivindicación 11ª, en el cual el catalizador de oxidación de la primera zona de catalizador comprende también un metal del grupo del hierro.

10 13ª.- El método de la reivindicación 10ª, en el cual el catalizador de oxidación empleado en la primera zona de catalizador está compuesto de por lo menos dos cuerpos de catalizador unitarios, secuencialmente adyacentes, teniendo cada uno de ellos una pluralidad de pasos a través de él, en que el primer cuerpo de catalizador
15 tiene menos de aproximadamente 15 pasos por centímetro cuadrado de sección transversal, y el segundo cuerpo de catalizador tiene por lo menos aproximadamente 23 pasos por centímetro cuadrado de sección transversal.

20 14ª.- El método de la reivindicación 1ª, en el cual el catalizador de oxidación empleado en la primera zona de catalizador está compuesto de por lo menos dos cuerpos de catalizador unitarios, secuencialmente adyacentes, teniendo cada uno de ellos una pluralidad de pasos a través de él, en que el primer cuerpo de catalizador tiene
25 pasos suficientemente grandes en sección transversal para facilitar la entrada de los gases de escape en él, y el segundo cuerpo de catalizador tiene un número de pasos mayor.

30 15ª.- El método de la reivindicación 14ª, en el cual el primer cuerpo de catalizador tiene menos de apro-

1 aproximadamente 15 pasos por centímetro cuadrado de sección transversal, y el segundo cuerpo de catalizador tiene por lo menos aproximadamente 23 pasos por centímetro cuadrado de sección transversal.

5 16^a.- El método de la reivindicación 15^a, en el cual el segundo cuerpo de catalizador tiene por lo menos aproximadamente 30 pasos por centímetro cuadrado de sección transversal.

10 17^a.- El método de la reivindicación 15^a, en el cual el catalizador de oxidación empleado en la segunda zona de catalizador está compuesto de por lo menos dos cuerpos de catalizador unitarios, secuencialmente adyacentes, teniendo cada uno de ellos una pluralidad de pasos a través de él, en que el primer cuerpo de catalizador tiene
15 menos de aproximadamente 15 pasos por centímetro cuadrado y el segundo cuerpo de catalizador tiene por lo menos aproximadamente 23 pasos por centímetro cuadrado de sección transversal.

20 18^a.- "UN METODO PARA TRATAR CATALITICAMENTE LOS GASES DE ESCAPE PROCEDENTES DE UN MOTOR DE COMBUSTION INTERNA DE DOS TIEMPOS".

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

25

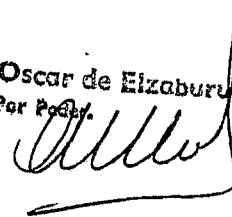
1 - Esta Memoria consta de cuarenta y cinco hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid, 01. AGO. 1978

5

P.A.

Oscar de Elizaburu
Por Poder.



10

15

20

25

31078

JL/.

FIG. 1

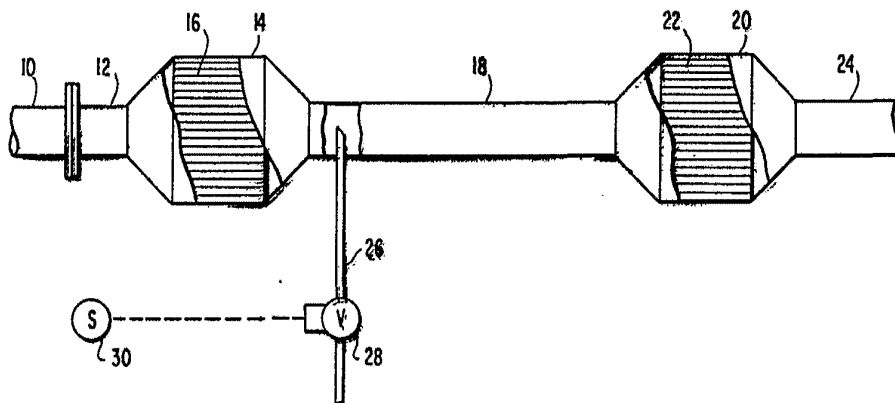
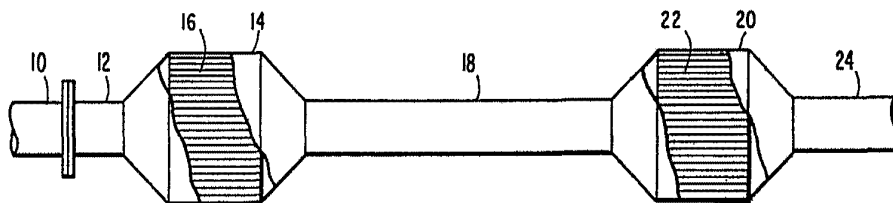


FIG. 2

Oscar de Elzaburu
Oscar de Elzaburu