



16 AGO 1968

357307

MEMORIA DESCRIPTIVA

correspondiente a la solicitud de concesión de una

PATENTE DE INVENCION

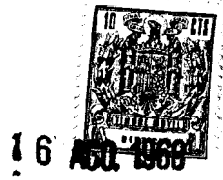
SOLICITANTE: TEXACO DEVELOPMENT CORPORATION

RESIDENCIA: 135 East 42nd Street, NEW YORK 17, N.Y.,

Estados Unidos

ENUNCIADO: "UN METODO DE PRODUCCION DE HIDRO-
CARBUROS"

Prioridad: Patente estadounidense n.º 661.322 del 17-8-67.



1

CAMPO DEL INVENTO

5

Este invento se refiere en general a la producción de hidrocarburos a partir de formaciones subterráneas que los contienen y más especialmente a un método para aumentar la recuperación global de hidrocarburos de las mismas.

10

DESCRIPCION DEL INVENTO

15

En la producción de hidrocarburos a partir de formaciones subterráneas permeables que los contienen, es costumbre taladrar una o más perforaciones o pozos en las formaciones que contienen hidrocarburos y producir éstos, por ejemplo petróleo, a través de pozos de producción señalados, ya sea por la presión natural de la formación o bombeando los pozos. Más pronto o más tarde, el caudal de hidrocarburos disminuye y/o cesa, aunque se encuentren todavía presentes importantes cantidades de hidrocarburos en las formaciones subterráneas.

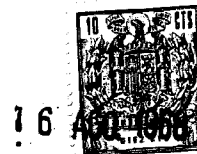
20

Por lo tanto, los programas de recuperación secundaria constituyen ahora una parte esencial de la planificación general prácticamente en todos los yacimientos de petróleo y gas-condensado en las formaciones subterráneas que contienen hidrocarburos. En general, esto implica la inyección de un fluido extraño, como agua o gas, en la zona del yacimiento para arrastrar el petróleo o gas hacia los pozos de producción mediante el procedimiento denominado frecuentemente "inundación".

25

30

Otro procedimiento secundario empleado para recuperar los hidrocarburos residuales comprende la ignición y combustión de hidrocarburos in situ dentro de las formaciones subterráneas permeables, con lo que se generan gases calientes que fuerzan los hidrocarburos de la formación hacia los



1 pozos de producción. Aunque esta combustión in situ ha te-
nido bastante éxito en las operaciones de recuperación se-
cundaria, tiene una eficacia muy inferior al 100 % porque
5 el frente de combustión tiene tendencia a progresar a tra-
vés de la formación a lo largo de trayectorias canalizadas
localmente desde el área de inyección al área de producción,
pasando de largo por importantes volúmenes de hidrocarburos
en la formación en lugar de barrer los hidrocarburos como
un banco desde una amplia zona de la formación.

10 RESUMEN DEL INVENTO

Un objeto general del presente invento es proporci-
onar un procedimiento mejorado de combustión in situ que im-
plica un sistema de diseño modificado de pozos de nueve pun-
tos para producir casi la totalidad de los hidrocarburos re-
15 siduales de la formación, cambiando la función de los pozos
en el diseño en momentos estratégicos para conseguir el má-
ximo control del frente de combustión.

Un sistema con diseño invertido de pozos de nueve
puntos se modifica mediante la adición de cuatro pozos de
20 producción situados en un eje que atraviesa el pozo de in-
yección original y dos pozos de producción originales. En-
tran en producción doce pozos y la operación de combustión
in situ se inicia en el pozo de control prosiguiendo hasta
que se produce la irrupción en los pozos de producción adya-
25 centes. Una vez producida la irrupción, estos pozos de pro-
ducción adyacentes se convierten en pozos de inyección de
aire en la forma descrita en la solicitud copendiente de
patente española nº 355.490 por "METODO DE PRODUCCION DE
30 HLDROCARBUROS", presentada el 26 de Junio de 1968 por C.D.
Woodward, cuya descripción se incorpora aquí mediante esta

16



1 referencia, mientras los restantes pozos continúan la pro-
ducción. El cambio de un pozo de producción a un pozo de
inyección de aire después de haber irrumpido el frente de
combustión se prosigue hasta que todos los pozos de este
5 eje se han convertido de pozos de producción en pozos de
inyección de aire. Entonces se repite el procedimiento a
medida que los pozos laterales del diseño son alcanzados
por el frente de combustión hasta que todo el diseño ha si-
do prácticamente barrido cuando se produce la irrupción en
10 los pozos de las esquinas.

Aunque este invento es aplicable especialmente a la
combustión in situ, puede ser adaptado fácilmente a otras
formas de arrastre con fluidos para la recuperación secun-
daria.

15 Los objetos, ventajas y características del invento
se pondrán en evidencia considerando la memoria a la luz
de las figuras del dibujo.

BREVE DESCRIPCION DE LAS FIGURAS

20 La Figura 1 describe un sistema de diseño invertido
de pozos de nueve puntos que ha sido modificado mediante
la adición de cuatro pozos de producción en el eje que atra-
viesa el pozo de inyección central original y dos pozos de
producción laterales originales, mostrando como el frente
de combustión irrumpe a lo largo de la línea de pozos axia-
25 les.

La Figura 2 describe el sistema de pozos de la Figu-
ra 1 durante una fase posterior de la operación de combus-
tión in situ, ilustrando el cambio en el frente de combus-
tión cuando se produce la irrupción en los otros pozos de
30 producción laterales del sistema de diseños durante el



1 arrastre en línea.

La Figura 3 muestra un nuevo cambio en el frente de combustión en el momento de la irrupción en los pozos de producción de las esquinas y

5 Las Figuras 4, 5 y 6 describen una unidad de un sistema de diseño de pozos de nueve puntos modificado de forma análoga, mostrando la forma en que avanza el frente de combustión cuando los cuatro pozos de producción adicionales están situados en el eje que atraviesa el pozo de inyección central original y los pozos de producción de las esquinas, correspondientes respectivamente a las Figuras 1, 10 2 y 3.

DESCRIPCION DE LA REALIZACION PREFERIDA

15 Como se ha descrito aquí, es posible convertir una operación sencilla de arrastre de pozos en una operación de arrastre en línea para barrer prácticamente de forma completa un yacimiento subterráneo.

Refiriéndonos ahora a los dibujos, que ilustran esquemáticamente la práctica y ventajas de este invento, se 20 muestran algunas de las operaciones observadas en un programa de recuperación secundaria.

La Figura 1 describe una unidad de un sistema de diseño modificado de pozos de nueve puntos, que puede ser uno 25 entre varios en un campo de producción, operando como diseño invertido de nueve puntos, describiendo la figura el avance escalonado del frente de combustión a medida que la función de cada pozo de producción axial cambia a la de un pozo de inyección cuando se produce la irrupción. La numeración consecutiva de las zonas quemadas describe la forma 30 del frente de combustión a medida que progresa.



1 En el diseño invertido de nueve puntos, los pozos
laterales y de las esquinas de cada unidad de diseño son
pozos de producción mientras que el pozo central es utili-
zado para la inyección. En todas las figuras del dibujo se
5 mantienen los mismos símbolos con el siguiente significado:
un círculo cruzado por una flecha de una punta para indicar
un pozo de inyección de aire, un círculo relleno para indi-
car un pozo de producción y un círculo relleno con una fle-
cha de una sola punta para indicar un pozo de producción
10 convertido en un pozo de inyección de aire. Asimismo, los
pozos de producción laterales situados en los ejes latera-
les que atraviesan el pozo de inyección central están indi-
cados por X,X e Y,Y y los pozos de producción de las esqui-
nas en los ejes verticales que atraviesan el pozo de inyec-
15 ción central están indicados por A,A y B,B.

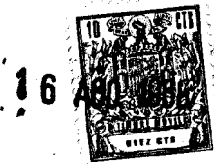
 La Figura 2 describe la conversión del diseño de la
Figura 1 en un arrastre en línea, en el que todos los pozos
de producción situados en el eje lateral que atraviesa el
pozo de inyección central original y los dos pozos de pro-
20 ducción laterales se han convertido en pozos de inyección
de aire mientras que los otros dos pozos laterales y los
pozos de las esquinas permanecen o entran en producción,
hasta que se produce la irrupción en los otros dos pozos de
producción laterales. Una vez ocurrido esto, estos últimos
25 pozos laterales de producción se convierten en pozos de in-
yección de aire y la producción continúa en los pozos de
las esquinas hasta que se produce en ellos la irrupción,
como muestra simbólicamente la Figura 3.

 En la solicitud de patente copendiente antes mencio-
30 nada se describen los resultados de una prueba realizada en



1 un yacimiento en el sur de Texas.

Este experimento demostró que un pozo de producción que ha sido alcanzado por una zona de reacción térmica puede ser convertido en un pozo de inyección de aire y hacer que la combustión se mantenga y avance con éxito en el yacimiento. De esta forma puede establecerse un arrastre en línea en un campo mediante una secuencia de producción e inyección en unos pozos dados. Durante esta misma prueba, la combustión inicialmente se movía de manera uniforme desde el pozo de inyección pero más tarde se producía una marcada punta hacia el pozo de producción, dando una combustión menos que satisfactoria. Esta prueba para un diseño piloto de dos pozos indicó que resultaba demasiado pequeña una distancia de 50 pies (15 m) entre los pozos de inyección y producción. Una prueba posterior en el mismo campo con un doble diseño invertido de cinco puntos y 10 acres (4 Ha) tuvo mucho éxito, siendo la distancia entre los pozos de inyección y producción de 330 pies (100 m). En otra operación de arrastre en línea posterior en el mismo campo, se obtuvo un resultado menos satisfactorio con las líneas de los pozos de inyección y producción a una distancia de 660 pies (201 m). Asimismo, para un arrastre en línea, la distancia entre los pozos de inyección y producción debe ser por lo menos tres veces la distancia entre pozos de inyección adyacentes. Estas y otras consideraciones condujeron a una distancia de 300 pies (91 m) entre los pozos de inyección y producción y establecen una distancia de unos 100 pies (30 m) o menos entre pozos de inyección adyacentes. Esta es la disposición del sistema del diseño de pozos de la Figura 1. Para asegurarse de que la reacción desde los po-



1 zos de inyección es continua, de forma que no queden zonas
o islas sin quemar, se inicia la combustión en primer lugar
en el pozo central y los otros pozos de inyección se convier
ten partiendo de pozos de producción a medida que se vuelven
5 productores "calientes".

Las Figuras 4, 5 y 6 describen las diferentes formas
del frente de combustión cuando los pozos de producción adi
cionales están situados en el eje vertical que atraviesa los
10 pozos de inyección de aire originales y dos de los pozos de
producción originales de las esquinas, siguiendo los cambios
de función de pozos de producción a pozos de inyección de
aire las mismas etapas descritas en las Figuras 1, 2 y 3, a
medida que los pozos de producción originales se convierten
en productores "calientes".

15 Otra posibilidad (no mostrada) consiste en que las
operaciones descritas en las Figuras 1 y 4 pueden ser comple
tadas sin producción en los pozos de producción de las esqui
nas o en los otros dos pozos laterales y entonces solamen
te los pozos de las esquinas se pondrían en producción hasta
20 producirse en ellos la irrupción, seguido de un cambio en
la función de los pozos de las esquinas a pozos de inyección
de aire y colocando en producción los otros dos pozos late
rales hasta producirse en ellos la irrupción.

25 Por lo tanto, se ha mostrado y descrito cómo un arras
tre en diseño puede convertirse en un arrastre en línea pa
ra barrer más completamente un campo de producción.

Evidentemente, pueden introducirse otras modificacio
nes y variaciones del invento, tal como se ha descrito en lo
que precede, sin apartarse del espíritu y alcance del mismo
30 y por lo tanto solamente deben imponerse las limitaciones

16



1 indicadas en las reivindicaciones del apéndice.

En resumen, la Patente de Invención que se solicita
recaerá sobre las siguientes:

5

10

15

20

25

30



REIVINDICACIONES

1
5
10
15
20

1. Un método de producción de hidrocarburos a partir de una formación subterránea que los contiene que implica un pozo de inyección y dos pozos de producción adyacentes entre sí, que comprende la introducción de un fluido de arrastre en dicha formación a través de dicho pozo de inyección, la producción de fluidos que contienen hidrocarburos a partir de dicha formación a través del pozo de producción más próximo a dicho pozo de inyección y el mantenimiento de la producción de aquéllos en dicho pozo hasta que comienza a aparecer el citado fluido de arrastre en el pozo de producción más próximo antes citado y después interrumpir la producción de fluidos en el mismo e iniciar la introducción de dicho fluido de arrastre en él y también la producción de fluidos conteniendo hidrocarburos a través de los otros pozos de producción citados hasta que se produce en ellos la irrupción de dicho fluido de arrastre, formando parte dicho pozo de inyección y los citados pozos de producción de un diseño invertido de pozos de nueve puntos modificado mediante la adición de cuatro pozos de producción adicionales en un eje de dicho diseño.

25

2. En un método de producción de hidrocarburos como el definido en la Reivindicación 1, estando dichos pozos incluidos en un diseño de pozos en un campo de producción, las operaciones de convertir consecutivamente un pozo de producción que presenta indicios de fluido de arrastre en un pozo de inyección hasta que ha sido explotado dicho campo de producción.

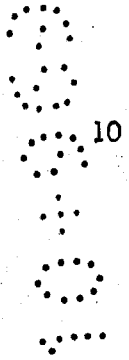
30

3. Un método de producción de hidrocarburos como el definido en la Reivindicación 1, en el que los ejes late-



1 rales de dicho diseño están separados por una distancia que
es aproximadamente tres veces la distancia comprendida entre
pozos de inyección adyacentes, siendo esta última distancia
de unos 100 pies (30 m).'

5 4. Un método de producción de hidrocarburos como el
definido en la Reivindicación 1, en el que dicho eje es un
eje lateral que atraviesa el pozo de inyección original y
dos de los pozos laterales de producción originales.



10

5. Un método de producción de hidrocarburos como
el definido en la Reivindicación 1, en el que dicho eje es
un eje vertical que atraviesa el pozo de inyección original
y dos de los pozos de producción originales de las esquinas.



15

6. Un método de producción de hidrocarburos a par-
tir de una formación subterránea que los contiene que impli-
ca un pozo de inyección situado centralmente y rodeado de po-
zos de producción situados en los vértices, a los lados y so-
bre un eje de un cuadrilátero que atraviesa dicho pozo de
inyección, cuyo método consiste en introducir un fluido de
arrastre en dicha formación a través de dicho pozo de inyec-
ción, producir fluidos que contienen hidrocarburos a partir

20

de dicha formación a través de los pozos de producción que
definen dicho cuadrilátero y sobre dicho eje hasta que se
produce la irrupción del citado fluido de arrastre en uno
de dichos pozos de producción sobre el eje citado, después
de esto interrumpir la producción de fluidos que contienen
hidrocarburos en dicho pozo de producción en el que se ha
producido la irrupción del citado fluido de arrastre y con-
vertir el pozo de producción mencionado en último lugar en
un pozo de inyección de dicho fluido de arrastre y proseguir
la producción de fluidos que contienen hidrocarburos en los

25

30



OCT. 1969

1 citados pozos de producción hasta que todos los pozos de
producción situados en el eje mencionado se han convertido
en pozos de inyección.

5 7. Un método de producción de hidrocarburos como
el definido en la Reivindicación 6, las operaciones adicio-
nales de interrumpir respectivamente la producción de flui-
dos que contienen hidrocarburos al producirse la irrupción
del citado fluido de arrastre en un pozo de producción y
convertir el mismo en un pozo de inyección hasta que dicha
10 formación que contiene hidrocarburos ha sido barrida hasta
quedar limpia.

15 8. Un método de producción de hidrocarburos a par-
tir de una formación subterránea que los contiene y que com-
prende la recuperación de hidrocarburos mediante la combus-
tión in situ en una formación subterránea permeable a los
gases que contiene hidrocarburos por explotación a través
de un diseño de pozos en el que se encuentra un pozo central
dentro de un anillo de una pluralidad de pozos situados dia-
metralmente y a lo largo de un eje que atraviesa el anillo,
20 cuyo método consiste en:

(a) inyectar aire en dicho pozo central e iniciar
la combustión in situ de los hidrocarburos que se encuentran
en el mismo, formando con ello un frente de combustión a al-
ta temperatura que se mueve alejándose de dicho pozo central,

25 (b) producir simultáneamente fluidos conteniendo
hidrocarburos a partir de dicha formación a través de los
citados pozos colocados diametralmente y axiales hasta que
dicho frente de combustión a alta temperatura irrumpe en
uno de ellos y

30 (c) cesar la producción de fluidos en el pozo de



OCT. 1969

1 producción en el que ha irrumpido dicho frente de combustión
y convertir el mismo en un pozo de inyección de aire mien-
tras se producen fluidos conteniendo hidrocarburos en los
restantes pozos de producción hasta la irrupción de dicho
5 frente en otro pozo de producción, después de lo cual se
convierte el pozo de producción mencionado en último lugar
en un pozo de inyección de aire y se prosigue la producción
de fluidos que contienen hidrocarburos a partir de dicha
formación hasta su completa explotación.

10
15

9. Un método según la Reivindicación 8, en el que
el citado diseño de pozos es un diseño de pozos de nueve
puntos modificado mediante la adición de cuatro pozos de
producción en un eje que atraviesa el pozo central, situado
dentro de un diseño mucho mayor de pozos en un campo de pro-
ducción y en el que las operaciones citadas se aplican a una
serie de pozos adyacentes dispuestos en una serie de tales
diseños de pozos dentro del mencionado diseño mayor.

20

10. Un método de producción de hidrocarburos a partir
de una formación subterránea que los contiene, a través de
un diseño de pozos de nueve puntos invertido, modificado me-
diante la adición de cuatro pozos de producción sobre un eje
que atraviesa el pozo de inyección, cuyo método consiste en:

25

(a) iniciar una combustión in situ en dicho pozo de
inyección mientras se producen fluidos que contienen hidro-
carburos a partir de dicha formación a través de los pozos
de producción axiales hasta que se produce la irrupción del
frente de combustión en un pozo de combustión inmediatamente
adyacente a dicho pozo de inyección,

30

(b) convertir después el pozo de producción que ha
experimentado la irrupción de dicho frente de combustión en
un pozo de inyección mientras se continúa la producción de



OCT. 1969

1 flúidos que contienen hidrocarburos en los restantes pozos
de producción axiales y también convertir los mismos en po-
zos de inyección a medida que se producen las irrupciones
hasta que la totalidad de los pozos axiales citados son po-
5 zos de inyección y

(c) producir después flúidos conteniendo hidrocar-
buros en los restantes pozos de producción del diseño has-
ta que se produce en los mismos la irrupción del frente de
combustión, convirtiendo los pozos de producción últimamen-
te mencionados en pozos de inyección a medida que el fren-
te de combustión irrumpe en ellos.

11. Se reivindica por último como objeto sobre el
que ha de recaer la Patente de Invención que se solicita:
"UN METODO DE PRODUCCION DE HIDROCARBUROS".

15 Todo conforme queda descrito y reivindicado en la
presente Memoria descriptiva que consta de catorce páginas
mecanografiadas y dibujos que se acompañan.

Madrid, 16 Agosto 1968

BERNARDO UNGRIA

P.p.

20

25

30



Fig. 1.

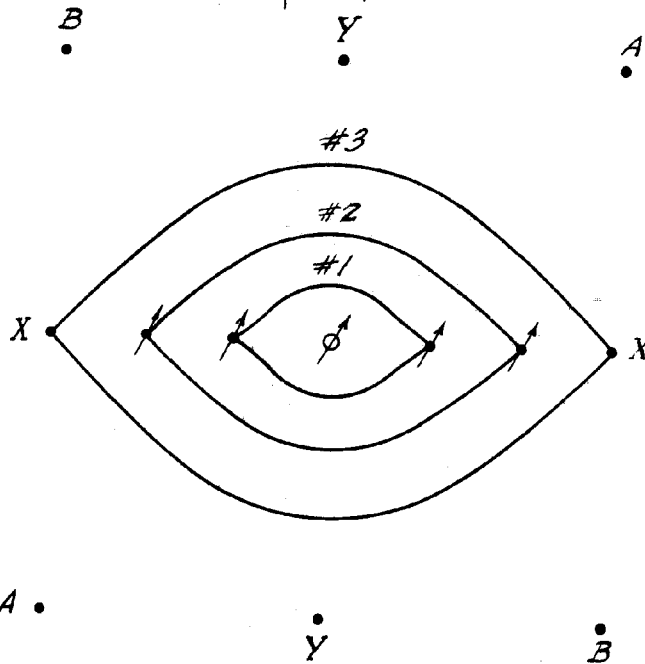


Fig. 2.

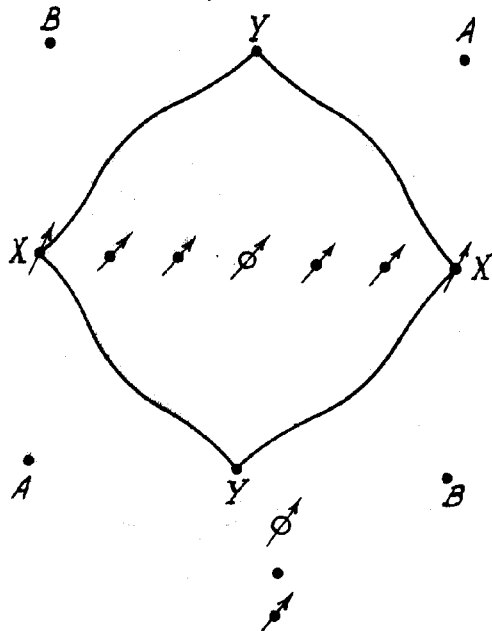
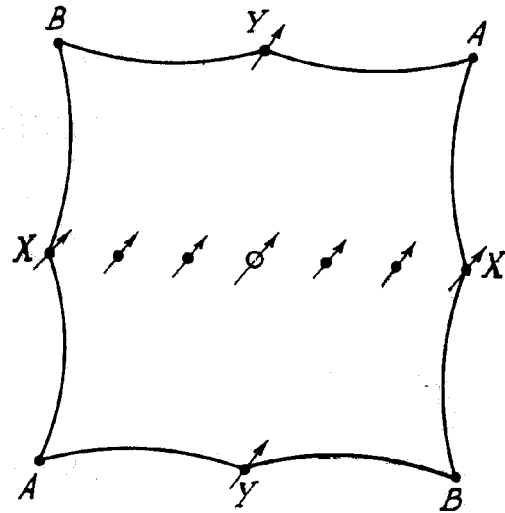


Fig. 2.



ESCALA VARIABLE
 MADRID, 16 DE Agosto DE 19 68
 BERNARDO UNGRÍA
 P. P.



Fig. 4.

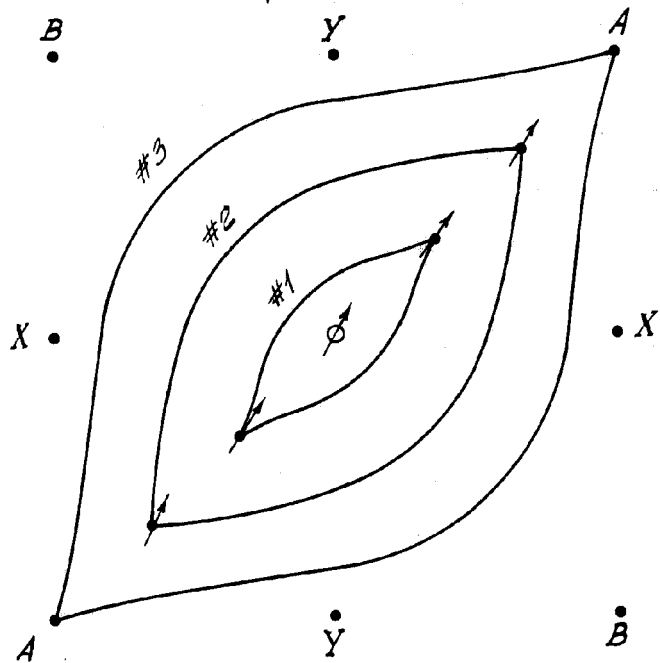


Fig. 5.

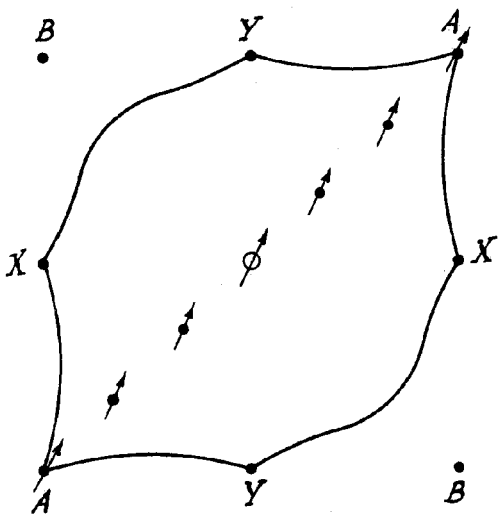
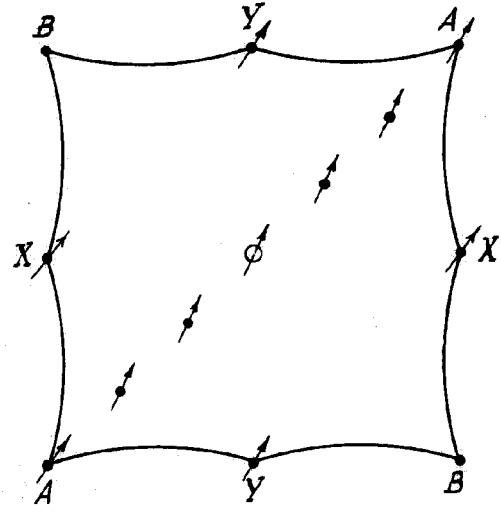


Fig. 6.



ESCALA VARIABLE
 MADRID, 16 DE Agosto DE 19 68
 BERNARDO UNGRÍA
 P. P.

