

Int. Cl.<sup>3</sup> C22C 38/58 // F01L 1/00

NO. 339.836

# MEMORIA DESCRIPTIVA

correspondiente a la solicitud de concesión de una

PATENTE DE INTRODUCCION

SOLICITANTE: ALLEGHENY LUDLUM STEEL CORPORATION

RESIDENCIA: 2000 Oliver Building, PITTSBURG,

Pennsylvania, U.S.A.

ENUNCIADO: "METODO PARA LA PRODUCCION DE UNA ALEA-  
CION AUSTENITICA".

Prioridad: Patente ..... n.º ..... del .....

1           Esta invención se refiere a aleaciones austeníticas  
estables endurecibles con el tiempo, adecuadas para uso a  
temperaturas hasta de 871,7°C y en particular a aleaciones  
austeníticas estables endurecibles con el tiempo que son  
5           especialmente adecuadas para uso como válvulas y componen-  
tes de válvulas en los sistemas de escape de motores de com-  
bustión interna.

          El desarrollo de nuevos metales y aleaciones para  
uso como válvulas y componentes de válvula que exhiben,  
10           propiedades de alta temperatura superiores a aquellos metales  
y aleaciones que son disponibles comercialmente hoy en día,  
se ha quedado atrás del paso de otros desarrollos metalúr-  
gicos similares en virtud de consideraciones competitivas  
que han hecho énfasis en la reducción de costo de válvulas  
sin sacrificar propiedades físicas, químicas y mecánicas.  
15           De este modo el proveedor que fabrica los metales y las  
aleaciones de que las válvulas están hechas debe ofrecer  
un producto que posee las requeridas propiedades mecánicas  
tales como resistencia de fatiga y ruptura y dureza, pro-  
20           piedades químicas tales como resistencia a la corrosión y  
oxidación, y propiedades físicas tales como resistencia a  
la fatiga termal, estiramiento caliente y choque termal, e  
igualmente, el producto del proveedor debe asimismo exhibir  
la habilidad de fabricarse a un costo mínimo. Estas  
25           consideraciones de costo han tenido sus manifestaciones  
retratadas en la composición química del metal, la capaci-  
dad de trabajo al calor del metal y la capacidad de fre-  
sado del metal. De este modo, con respecto al factor de  
costo al relacionarse con la composición química, es obli-  
30           gación del fabricante del metal diseñar su composición para que

1 los costos de los componentes de materia prima de aleación  
se reduzcan a un mínimo sin sacrificar las requeridas pro-  
piedades mecánicas, químicas y físicas necesarias en el pro-  
ducto terminado. Además, la composición química debe asi-  
5 mismo equilibrarse para que el metal exhiba excelente ca-  
pacidad de trabajo al calor, reduciendo por ello al mínimo  
todas las pérdidas por desperdicio que podrían incurrirse  
durante el trabajo al calor del metal del lingote fundido  
en el producto fresado semi-terminado del que el producto  
10 terminado es fabricado. En el caso de las válvulas y com-  
ponentes de válvulas, el producto fresado semi-terminado es  
usualmente material de barra que debe exhibir buena capaci-  
dad de recalado y de extrusión en un amplio límite de tem-  
peratura para lograr una válvula terminada. Además, el  
15 producto fresado semi-terminado que el fabricante del metal  
produce debe asimismo exhibir una excelente capacidad de  
fresado, especialmente en el caso de válvulas y componentes  
de válvulas, con el fin de reducir al mínimo el costo del  
producto terminado. La capacidad de fresado exhibida por  
20 el metal o la aleación es relacionada en forma integrante  
con la composición química del metal o la aleación por tanto  
la relación equilibrada de los componentes de la aleación es  
casi crítica.

Una de las composiciones comercialmente disponibles  
25 en uso actual hoy día es una aleación austenítica, a la que  
se refiere en lo sucesivo como aleación X, que posee un  
análisis nominal comercial de aproximadamente 55% de carbón,  
aproximadamente 9,5% de manganeso, poco silicio, aproximadame-  
te 21% de cromo, aproximadamente 4 % níquel y aproximada-  
30 mente 0,40 % de nitrógeno, aproximadamente 0,06 % de azufre

1 y lo restante de hierro. Esta composición posee una aceptable combinación de resistencia de fatiga y ruptura, dureza, resistencia a la corrosión y oxidación, resistencia a la fatiga termal, estiramiento en caliente y choque termal.

5 Sin embargo, el diseñador de la aleación encontró ser esencial incluir aproximadamente 0,06% de azufre en la composición con el fin de que la aleación exhiba un grado económico de capacidad de fresado. Sin embargo, la capacidad de fresado fue comunicada a la aleación sacrificando la capacidad de trabajo al calor, y cuando el contenido de azufre fue en aumento, hasta aproximadamente 0,07% de azufre, resultaron altas pérdidas por desperdicio en el fresado comercial de este material. Además, el efecto total de los componentes de aleación fue tal que tuvo que mantenerse un límite extremadamente angosto de la suma del contenido de carbón y nitrógeno (0,92% á 0,98%). Cuando la suma del carbón y nitrógeno fue inferior a este límite crítico, el producto terminado tratado con calor no exhibió la dureza requerida.

10 Por otro lado, cuando la suma del carbón y el nitrógeno excede el límite superior, se encuentra considerable dificultad en operaciones de recorte y de fresado. Además, cuando la suma del carbón y el nitrógeno excede de aproximadamente 0,98%, es difícil trabajar la aleación en la desbastadora, encontrándose que se hacen necesarios un gran número de pases y mayores requisitos de potencia, aumentando de este modo el costo de la fabricación de la aleación. Mientras que una temperatura más alta podría rectificar las dificultades encontradas en la operación de desbaste, tal temperatura superior no puede emplearse cuando hay más de 0,06% de azufre presente, en vista de que la aleación devuelve, corta en

15

20

25

30 caliente.

1 Otra composición que ha encontrado alguna acepta-  
ción en el uso commercial hoy día es una aleación a la que se  
refiere aquí como, aleación Y y que contiene un bajo conteni-  
do de carbón, aproximadamente 5% de níquel, aproximadamente  
5 5% de manganeso y aproximadamente 21% de cromo. Ha resul-  
tado criticado este material en virtud del hecho que el ma-  
terial no podía utilizarse en la fabricación de una válvula  
de una pieza. Aparentemente el contenido de carbón es in-  
suficiente para desarrollar la dureza requerida. Por lo  
10 tanto, con el fin de mantener resistencia al desgaste de  
vástago y punta en las válvulas, se ha encontrado preferible  
hacer el vástago y la punta de la válvula de un material di-  
ferente.

15 Con el fin de aligerar estas condiciones, la alea-  
ción de la presente invención posee propiedades mecánicas  
parecidas a aquellas exhibidas por la aleación X, pero la  
aleación de la presente invención aún exhibe excelente capa-  
cidad de trabajo en caliente y capacidad de fresado sin la  
necesidad de utilizar altos contenidos de azufre, obviando  
20 de este modo cualesquiera problemas de capacidad de trabajo  
al calor que han sido asociados con la aleación de la técnica  
anterior.

25 Un objeto de la presente invención es proporcionar  
una aleación que es adecuada para uso a temperaturas eleva-  
das hasta de 871,7°C. y que posee una combinación aceptable  
de propiedades mecánicas, químicas y físicas que hacen que  
dicha aleación sea adecuada para uso como válvulas y compo-  
nentes de válvulas.

30 Otro objeto de esta invención es proporcionar una  
aleación austenítica estable endurecible con el tiempo,

1 adecuada para uso como válvulas y componentes de válvulas que operan a temperaturas elevadas hasta de 871,7°C., aleación que es caracterizada por tener una composición química equilibrada dentro de límites angostos.

5 Otro objeto de la presente invención es proporcionar una aleación austenítica estable endurecible con el tiempo que es adecuada para válvulas y componentes de válvulas operando a temperaturas hasta de 871,7°C., y que posee excelente capacidad de trabajo al calor y capacidad de fresado por medio de una equilibrada composición química.

10 Un objeto más específico de la presente invención es proporcionar una aleación austenítica estable endurecible con el tiempo teniendo un equilibrio crítico entre su contenido de carbón, nitrógeno, manganeso, níquel, cromo y silicio junto con un límite muy angosto de contenido de azufre y que posee excelente capacidad de trabajo al calor y capacidad de fresado.

15 Otro objeto específico de la presente invención es proporcionar una aleación austenítica estable endurecible con el tiempo adecuada para uso como válvulas y componentes de válvulas adecuadas para uso a temperaturas hasta de 871,7°C y que tiene una composición críticamente equilibrada entre los formadores austeníticos carbón, nitrógeno, manganeso y níquel y los formadores ferrosos cromo y silicio que exhibe excelente capacidad de trabajo al calor y capacidad de fresado sin el uso de cantidades excesivas de azufre o distintos elementos caros para mejorar la capacidad de fresado.

20  
25  
30 Otros objetos de esta invención aparecerán cuando se tomen junto con los dibujos en los que:

1 La figura 1 es una ilustración gráfica de la relativa capacidad de fresado de las aleaciones de tanto la presente invención como las de la técnica anterior, cada una en la condición de solución tratada con calor, y

5 La figura 2 es una ilustración gráfica de la capacidad relativa de fresado de las aleaciones de la presente invención así como de la técnica anterior en la condición de solución tratada más añejada.

10 En sus aspectos más amplios, la aleación de la presente invención contempla una composición que incluye entre 0,65% y 0,75% de carbón, 5,50% y 6,90% de manganeso, 0,45% y 0,85% de silicio, 20,50% y 22,0% de cromo, 1,40% y 1,90% de níquel, 0,18% a 0,28% de nitrógeno, de 0,021% a 0,055% de azufre y lo restante de hierro con impurezas incidentes. Puede hacerse referencia a la Tabla I que ilustra un límite amplio y el límite preferente de composición de la aleación que cae dentro del alcance de las reivindicaciones que se anexan.

20 TABLA I  
Composición Química  
(% por Peso)

Elemento	Límite General	Límite Optimo
C	0,65 - 0,75	0,68 - 0,73
Mn	5,50 - 6,90	6,00 - 6,50
25 Si	0,45 - 0,85	0,60 - 0,70
Cr.	20,50 - 22,00	21,00 - 21,50
Ni	1,40 - 1,90	1,60 - 1,75
N	0,18 - 0,28	0,20 - 0,25
S	0,021- 0,055	0,025- 0,040
30 Fe	Restante	Restante

1 Cada uno de los anteriores elementos mencionados en  
la Tabla I desarrolla una función vital en la aleación de  
la presente invención. El carbón es efectivo para formar  
austenita que debe controlarse dentro de límites relativa-  
5 mente angostos con el fin de asegurar suficiente capacidad  
de trabajo al calor sin afectar en forma adversa la capa-  
cidad de fresado de la aleación. Además el carbón contri-  
buye materialmente a la dureza y resistencia de la aleación  
y se ha encontrado que cuando menos 0,65% de carbón es nece-  
10 sario con el fin de obtener la resistencia, dureza y canti-  
dad suficiente de austenita, requeridos, dentro de la micro  
estructura de la aleación con el fin de obtener la combina-  
ción óptima de capacidad de trabajo al calor y capacidad  
de fresado. El contenido de carbón en exceso de aproxima-  
15 damente 0,75% afecta en forma adversa la capacidad de fre-  
sado y contribuye a reducir la resistencia y la ductibilidad  
de la aleación. Los resultados óptimos se obtienen cuando  
el contenido de carbón es mantenido dentro de los límites  
de entre aproximadamente 0,68% y 0,73%. El manganeso contri-  
20 buye materialmente a la estabilidad austenítica de la alea-  
ción y cuando menos se necesita 5,50%. El contenido de  
manganeso en exceso de aproximadamente 6,9% aún cuando es  
efectivo para incrementar la estabilidad austenítica, afec-  
ta en forma adversa la capacidad de fresado de la aleación en,  
25 virtud de la proporción más alta de endurecido por trabajo  
comunicado por este elemento. Los resultados óptimos se  
obtienen cuando el contenido de manganeso es mantenido den-  
tro de los límites entre 6,00% y 6,50%. El silicio está  
presente en la aleación y dentro de los límites especifica-  
30 dos contribuye materialmente a la resistencia a la oxida-  
ción y corrosión de la aleación. Cuando menos 0,45% de

1 silicio se ha encontrado ser necesario, y el contenido de silicio en exceso de aproximadamente 0,85% aparece afectar en forma adversa a las propiedades mecánicas de la aleación, especialmente la resistencia de fatiga y ruptura.

5 El silicio es un elemento formador de ferrita, y como tal debe ser equilibrado en forma crítica contra los componentes formadores de austenita como será explicado en lo sucesivo en forma más amplia. Los resultados óptimos se obtienen cuando el contenido de silicio es mantenido dentro de los límites entre 0,60% y 0,70%.

10 El cromo está presente dentro de los límites de 20,50% y 22,0%. Dentro de estos límites la aleación posee el grado requerido de resistencia a la corrosión, especialmente en atmósferas conteniendo productos de combustión de combustibles al plomo. Además; cuando menos 20,50% de cromo es necesario con el fin de darle a la aleación una medida aceptable de resistencia a la oxidación a temperaturas elevadas hasta de 871,7°C y particularmente de 593,3°C a 871,7°C. El contenido de cromo debajo de 20,50% resulta en rápida formación de escamas o incrustaciones a altas temperaturas de trabajo, afectando por ello en forma adversa la vida del troquel y así aumentando los costos de fabricación. El cromo es asimismo formador de ferrita, y como tal debe equilibrarse contra los formadores de austenita para asegurar el grado apropiado de capacidad de trabajo al calor sin afectar en forma adversa la capacidad de fresado. La combinación más satisfactoria de propiedades ocurre cuando el contenido de cromo está dentro de los límites entre 21,0% y 21,5%. Cuando menos 1,40% de níquel es usado dentro de la aleación de la presente invención en

15

20

25

30

1 que contribuye a la resistencia en caliente y dureza de la  
aleación. Sin embargo, el contenido de níquel debe mante-  
nerse a no más de 1,90%, en virtud de que el incremento del  
5 contenido de níquel más allá de 1,90% afecta en forma adver-  
sa la dureza, la resistencia a la fatiga y ruptura y a la  
ductibilidad de la aleación.

El nitrógeno es altamente crítico y está presente  
en la aleación como endurecedor de intersticios. De este  
modo tiene gran influencia sobre la proporción de endureci-  
10 miento de esfuerzo de la aleación. Además, el nitrógeno es  
un potente elemento formador de austenita y materialmente con-  
tribuye a la fuerza y estabilidad de la aleación. Cuando me-  
nos 0,18% de nitrógeno es necesario dentro de la aleación  
con el fin de asegurar fuerza apropiada y estabilidad de  
15 austenita. El incremento del contenido de nitrógeno a más  
de aproximadamente 0,28% resulta en un gran aumento en la  
proporción de endurecimiento de esfuerzo, afectando en for-  
ma adversa la capacidad de fresado de esta aleación, y -  
asimismo incrementa la resistencia a la deformación a altas  
20 temperaturas de trabajo, incrementando materialmente por -  
ello los costos de fabricación. Los resultados óptimos apa-  
recen ser obtenidos cuando el contenido de nitrógeno es -  
mantenido dentro de los límites de 0,20% y 0,25%.

La presente aleación asimismo contempla la presen-  
25 cia de azufre dentro de la composición. Cuando menos 0,021  
% se ha encontrado ser necesario con el fin de asegurar el  
grado apropiado de capacidad de fresado dentro de la alea-  
ción. Aumentar el contenido de azufre a más de 0,055% no  
ocasiona mejora alguna significativa en la capacidad de fre-  
30 sado y, además, los contenidos de azufre en exceso de -

1 0,055% limitan en forma seria la capacidad de trabajo al  
calor de aleación, ocasionando de este modo considerable  
dificultad en la fabricación de la aleación en forma de pro-  
ducto de fresado semi-terminado. El equilibrio de la alea-  
5 ción comprende substancialmente todo el hierro, con impure-  
zas incidentales normalmente encontradas al hacerse tales  
aleaciones.

La aleación de la presente invención es hecha en  
forma conveniente de una manera regular en planta de acero.  
10 Exito substancial se ha conseguido al hacer dicha aleación  
utilizando la práctica de fundición de arco eléctrico con  
electrodo de carbón para obtener el calor de la deseada  
composición química, siguiendo lo cual la fundición es mol-  
deada en lingotes que son posteriormente laminados en ca-  
15 liente a una conveniente forma de producto de fresado semi-  
terminado, por ejemplo, barras. Debe señalarse, sin em-  
bargo, que otras prácticas de fundición pueden usarse con  
igual éxito, y en virtud de la naturaleza equilibrada críti-  
camente de los elementos de aleación, a lo que se hará  
20 referencia en forma más amplia después, la aleación de la  
presente invención exhibe una capacidad sobresaliente de  
trabajo al calor y puede trabajarse en caliente de cual-  
quier manera adecuada en cualquier equipo adecuado y no  
se limita necesariamente a laminado en caliente.

25 La aleación de la presente invención puede usarse  
de varias formas, y a este respecto, se ha encontrado que  
la aleación de la presente invención responde a diversos  
tratamientos de calor para obtener un número de combina-  
ciones deseadas de propiedades. En particular, se ha  
30 encontrado que la aleación de la presente invención puede

1 ser tratada por calor en solución a una temperatura en los  
límites entre 982,2°C y 1315,5°C por un período de tiempo  
que va de aproximadamente 15 minutos a cerca de cuatro horas,  
seguido por un templado. En la práctica se ha encontrado  
5 que el uso de templado con agua es bastante efectivo.  
Subsecuentemente la aleación puede ser añejada a una tem-  
peratura dentro de los límites de aproximadamente 648,8°C y  
aproximadamente 926,6°C por un período de tiempo que va  
desde una hora a aproximadamente 24 horas y posteriormente  
10 la aleación puede ser enfriada por aire. Cuando se trata  
con calor dentro del amplio límite de temperaturas antes  
mencionado, la aleación de la presente invención exhibe una  
buena combinación de propiedades de ruptura de arrastre,  
dureza y ductibilidad sin efecto adverso sobre la capaci-  
dad de fresado ó la resistencia a la corrosión de la alea-  
ción.

15 Cuando la aleación ha de usarse en servicio que re-  
quiere la combinación más alta de propiedades de ruptura  
de arrastre y una dureza de  $H_c 34$  mínimo, la aleación puede  
20 con ventaja tratarse con calor al someterla a un tratamien-  
to de calor en solución a una temperatura dentro de los  
límites de 1065,5°C y 1315,5°C por un período de tiempo  
que va entre 15 minutos y dos horas, seguido por un enfria-  
miento rápido a temperatura ambiente. Posteriormente, la  
25 aleación puede añejarse a una temperatura dentro de los  
límites de aproximadamente 732,2°C y aproximadamente 815,5°C  
C por un período de tiempo que va entre cuatro horas y apro-  
ximadamente 16 horas, seguido por enfriamiento por aire.  
Cuando se trata así con calor, además de que la aleación  
30 exhibe la combinación más alta de ruptura de arrastre y una

1 dureza mínima de 34 B<sub>C</sub>, no se han notado efectos adversos  
en la capacidad de fresado de la aleación ó en la resisten-  
cia a la corrosión de la aleación.

5 Algunos fabricantes de válvulas prefieren producir  
una válvula que exhibe propiedades intermedias de ruptura  
de arrastre y que pueden producirse a un costo bajo sin  
sacrificio alguno en la resistencia a la corrosión ó la oxi-  
dación ni en la capacidad de fresado de la aleación. Esto  
puede lograrse por el trabajo al calor de la aleación en la  
10 forma de una válvula, tratarse al calor en solución la vál-  
vula semi-terminada a una temperatura dentro de los límites  
de 1065,5°C y 1121,1°C seguido por un rápido enfriamiento,  
y posteriormente fresar la forma de válvula en lo necesario  
para lograr sus dimensiones de terminado. La válvula en  
15 la condición de tratamiento en solución puede entonces usarse  
directamente en un motor de combustión interna en que se  
añejará en uso en donde la válvula opera a una temperatura  
dentro de los límites de 593,3°C y 871,1°C.

20 Cuando es deseable fabricar la válvula de precio  
más bajo pero que posea adecuadas propiedades de ruptura de  
arrastre, resistencia a la oxidación ó corrosión y sin efecto  
adverso en la capacidad de fresado, la aleación puede tra-  
bajarse con calor, por ejemplo, por extrusión ó forjadura  
y recalcado, en forma de una válvula y posteriormente la  
25 válvula semi-terminada puede fresarse en el producto termi-  
nado. Fabricada así, la válvula puede usarse directamente  
en el motor, proporcionando de este modo la válvula de costo  
más bajo con adecuadas propiedades. Cuando se requieren  
durezas substancialmente más fuertes, la aleación de la  
30 presente invención es particularmente atractiva en virtud

1 del tratamiento simplificado con calor involucrado. Nueva-  
mente, la aleación puede ser forjada ó extruída en forma de  
una válvula y posteriormente la aleación es sometida a un  
5 tratamiento con calor a una temperatura dentro de los lími-  
tes de 760 y 926,6°C. por un período de tiempo de ocho ho-  
ras y posteriormente la aleación es enfriada por aire. So-  
metida a procedimiento de este modo, la válvula formada de  
la aleación de la presente invención exhibirá una dureza  
mínima de 38 R<sub>C</sub>. Esta dureza es substancialmente superior  
10 a la dureza máxima exhibida por las válvulas austeníticas  
de una pieza en substancialmente todos los motores de com-  
bustión interna que son utilizados en los coches de pasaje-  
ros fabricados hoy en día.

15 Cuando la aleación de la presente invención es uti-  
lizada para válvulas y componentes de válvulas, se desea  
que la aleación de la que tales válvulas y los componentes de  
válvulas están hechos posea propiedades mecánicas que  
sean equivalentes ó mejores que las propiedades mecánicas  
exhibidas por las aleaciones comercialmente disponibles en  
20 uso hoy día. Se hace referencia directamente a la Tabla II  
que contiene una tabulación de la composición química de  
un número de aleaciones que fueron hechas, algunas de las  
que caen dentro del alcance de la aleación de la presente  
invención y algunas de las que caen fuera del alcance de la  
25 presente invención.

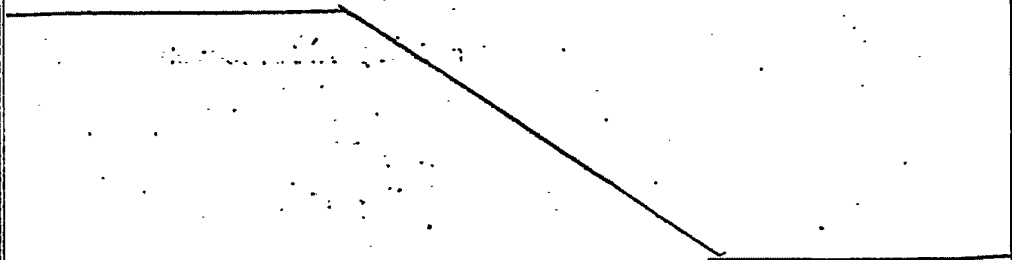


TABLA II  
Composición Química  
(% por Peso)

Tanda No.	C	Mn	Si	Cr	Ni	N	S	Fe
40839	0,69	6,8	0,63	20,5	1,9	0,29	0,031	Resto
40802	0,69	6,6	0,72	20,6	1,9	0,23	0,004	Resto
A-897	0,51	6,3	0,26	21,7	2,0	0,25	---	Resto
A-633	0,68	6,3	0,58	22,0	2,1	0,15	---	Resto
A-901	0,56	6,4	0,32	22,0	2,2	0,22	---	Resto
A-529	0,61	6,4	0,11	20,8	2,4	0,15	---	Resto
40836	0,76	6,9	0,23	20,6	2,3	0,22	0,009	Resto
40838	0,70	6,2	0,83	20,5	1,9	0,27	0,055	Resto
04588	0,51	9,5	0,24	21,4	3,9	0,44	0,047	Resto
04732	0,54	9,5	0,11	21,3	4,0	0,46	0,047	Resto
05055	0,69	5,8	0,54	21,1	1,7	0,21	0,031	Resto
X-1	0,60	9,8	0,15	20,6	3,5	0,45	0,086	Resto
X-2	0,53	9,1	0,19	20,6	3,5	0,41	0,064	Resto
B-1	0,66	6,1	0,63	21,4	1,6	0,23	0,021	Resto
B-2	0,71	6,2	0,61	21,2	1,6	0,24	0,022	Resto
8	0,74	6,3	0,67	21,4	2,3	0,24	0,018	Resto

Se hace referencia a la Tabla III que contiene una comparación de las propiedades de fatiga y ruptura exhibida por una de las aleaciones actualmente usadas y que hay en el comercio conocida como Aleación X y la Aleación de la presente Invención a la que se hace referencia como Aleación B.

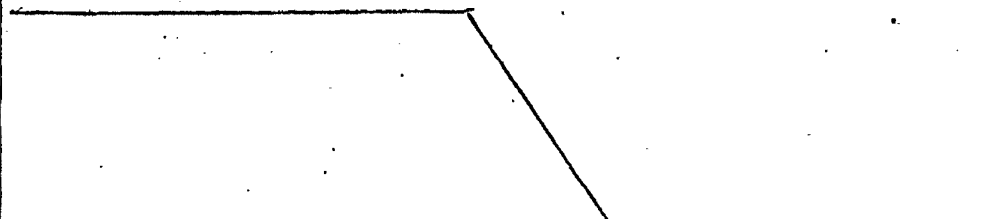


TABLA III

Propiedades de Fatiga y Ruptura Nominales  
a una Temperatura de 732,2°C

Aleación	Esfuerzo	Horas a Falla	% Alargamiento	% Red. de Arca
X-1	20.000	175	17,7	29,9
X-2	20.000	249	12,0	21,0
X-2	20.000	307	16,5	18,9
B-1	20.000	617	28,0	34,0
B-2	20.000	647	29,0	37,0

Podrá notarse de los resultados de las pruebas tabuladas en la Tabla III que la aleación de la presente invención exhibe características sobresalientes que son muy superiores a las propiedades mecánicas exhibidas por la Aleación X. La aleación B tiene mayor resistencia a la ruptura y es más dúctil, medido tanto por el porcentaje de alargamiento como por el porcentaje de reducción de área, que la Aleación X. En virtud de que la temperatura de prueba está dentro de los límites de operación de las válvulas de escape de los motores de combustión interna, los anteriores resultados de pruebas de una valoración realística del uso de la aleación para válvulas y para componentes de válvulas.

Además de las anteriores propiedades de fatiga y ruptura, la aleación de la presente invención debe asimismo poseer suficiente dureza. A este respecto, es acostumbrado que el fabricante de válvulas especifique una dureza mínima de aproximadamente 34 Rc a temperatura ambiente, y una dureza mínima de aproximadamente 135BHN a 760°C. Se hace referencia a la Tabla IV que incluye una tabulación de las propiedades de dureza y las propiedades de tensión de algunas de las tandas a que se refiere en la Tabla II.

TABLA IV

Tanda No.	B TA	H 760°C	N U.R.T.....	Propiedades de Tensión	2% R.D.	% Alar.	% Red. A
40837	311	137	-	79.500	32,8	30,9	
40839	340	137	154.400	95.500	36,8	35,7	
8	302		146.600	79.500	33,0	4,0	
A-897	321						
A-633	302						
A-901	311						
A-529	311						

Por comparación con las tandas enumeradas en la Tabla IV, especialmente con respecto al contenido de níquel de dichas tandas, es claro que el contenido de níquel en exceso de aproximadamente 1,90% afecta en forma adversa a la dureza y a la ductibilidad de la aleación. Comparando la Tanda No. 40839 con la Tanda No. 8, es claro que la dureza a temperatura ambiente es afectada en forma adversa. Mientras que la Tanda No. 8 tiene una resistencia a la deformación comparable a la Tanda No. 40837 y una resistencia a la tensión ligeramente inferior a la de la Tanda 40839, es claro que la ductibilidad de la aleación es afectada seriamente. De este modo es claro que el contenido de níquel de la presente aleación debe limitarse a un contenido de níquel entre 1,40% y 1,90% con el fin de obtener la dureza y la ductibilidad requeridas sin afectar adversamente la estabilidad y la capacidad de fresado de la aleación.

Hasta ahora se ha dicho que la aleación de la presente invención es particularmente adecuada para uso como válvulas y componentes de válvulas, y por medio de diversos tratamientos con calor o procedimientos de fabricación es posible obtener una amplia variedad de propiedades mecánicas. Se

1 hace referencia a la Tabla V que muestra los resultados de  
 mediciones de dureza realizadas en la Tanda No. 05055, de la  
 que se establece el análisis químico en la Tabla II, para  
 5 tratamientos de añejamiento a diversas temperaturas y para  
 diversos períodos de tiempo, la aleación estando en la con-  
 dición de trabajada en calor ó en la condición de trabajada  
 en calor más tratamiento con calor en solución.

TABLA V

Tanda No. 05055

10	Tratamiento con calor	Trabajada con calor	Trabajada con ca- lor - 1176,6°C - 1 Hr. - Temple- do con agua.
		R <sub>c</sub> Prom.	R <sub>c</sub> Prom.
	760°C - 4 hr.	38,9	37,2
	760°C - 8 hr.	39,4	37,9
15	815,5°C - 4 hr.	38,4	37,5
	815,5°C - 8 hr.	39,4	35,3
	871,7°C - 4 hr.	39,3	35,3
	871,7°C - 8 hr.	39,7	34,4
	926,6°C - 4 hr.	40,2	35,9
20	926,6°C - 8 hr.	39,7	34,4

De los datos tabulados en la Tabla V, es claro que la  
 aleación de la presente invención responde a un sencillo tra-  
 tamiento de añejamiento después de que la aleación ha sido  
 trabajada con calor. Como así se somete a tratamiento, es  
 25 claro que los datos establecidos en la Tabla V muestran que  
 un tratamiento de añejamiento con calor a una temperatura  
 dentro de los límites entre 760°C y 926,6°C por diversos pe-  
 ríodos de tiempo hasta de ocho horas es efectivo para obte-  
 nerse cuando menos una dureza de 38 R<sub>c</sub> en la aleación. Es  
 30 ta dureza sobresaliente es obtenida, junto con adecuadas pro-  
 piedades de ruptura de arrastre y sin sacrificio alguno en la

1 corrosión y oxidación ni en la capacidad de fresado de la  
aleación.

Los resultados de pruebas registrados en la Tabla V  
asimismo ilustran que la aleación de la presente invención  
5 desarrolla una dureza mínima de  $R_c$  34 cuando la aleación  
después de trabajarse con calor es sometida a tratamiento con  
calor en solución a una temperatura de  $1176,6^{\circ}\text{C}$  seguido  
por añejamiento a una temperatura dentro de los límites de  
760 $^{\circ}\text{C}$  y 926,6 $^{\circ}\text{C}$  por diversos períodos de tiempo hasta de ocho  
10 horas. Como así se somete a procedimientos, la aleación  
asimismo posee excelentes propiedades de ruptura de arrastre  
y la resistencia a la corrosión y a la oxidación y la capa  
de fresado no son dañadas. De este modo, la aleación  
de la presente invención es idealmente adecuada para usc en  
15 válvulas y componentes de válvulas.

Como se ha dicho antes, la aleación de la presente  
invención es una aleación estable, endurecible con el tiempo  
y austenítica, que contiene un equilibrio crítico de la com-  
posición química, y especialmente los contenidos de nitrógeno  
20 y de azufre. Mientras que la excelente capacidad de trabajo  
con calor exhibida por la aleación de la presente invención  
es un factor significativo en la reducción total de costo que  
resulta de menores pérdidas por desperdicios y rendimientos  
superiores en la fabricación del material a partir de lingotes  
25 en el producto fresado semi-terminado, el factor de costo  
más significativo es realizado de la excelente capacidad de  
fresado de la aleación teniendo una composición dentro de los  
específicos límites de análisis. Estas reducciones en costo  
son realizadas por las superiores cualidades de fresado de la  
30 aleación de la presente invención resultantes de proporciones

1 de producción incrementadas, menos tiempo perdido por cambio  
de herramienta y una vida de herramienta más larga en forma  
significativa. Con base en pruebas comparativas de capaci-  
dad de fresado conducidas bajo estricto control de laboratorio  
5 la capacidad de fresado de estas aleaciones se hizo depen-  
diente en forma crítica del equilibrio de los elementos de  
formación de austenita y de ferrita, el contenido de azufre y  
el contenido de nitrógeno, todo lo cual está entrelacionado.  
En virtud de que el análisis químico del material tiene un  
10 efecto extremadamente profundo sobre su capacidad de fresado  
la presencia de los elementos de aleación dentro de los lími-  
tes establecidos antes en la Tabla I es caracterizada además  
por razón del hecho de que un equilibrio crítico debe mante-  
nerse entre los elementos que fomentan a la ferrita y los ele-  
15 mentos que fomentan a la austenita. Al asignarse un factor  
de peso que corresponde a la fuerza relativa de cada elemen-  
to a este respecto, y al incorporar estos factores en una  
proporción de elementos de formación de austenita con rela-  
ción a los elementos de formación de ferrita, se obtiene un  
20 índice numérico que representa la química de cada tanda y los  
límites de composición dentro de los que cada tanda debe caer  
con el fin de obtener la combinación óptima de buena capaci-  
dad de trabajo con calor y excelente capacidad de fresado.  
Este índice numérico, entonces, debe caer dentro de ciertos  
25 límites determinados, como será establecido en forma más cla-  
ra más adelante. Como base en la experiencia de producción,  
se ha encontrado que la proporción de los formadores de auste-  
nita con respecto a los formadores de ferrita puede expresarse  
como:

30

$$\gamma/x = \frac{40 (\%C + \%N) + 3(\%Ni) + 2(\%Mn)}{(\%Cr) + 5,2 (\%Si)}$$

1 Usando la anterior ecuación se ha encontrado que del  
aspecto de química total solamente, una aleación teniendo un  
índice numérico, calculado por la anterior fórmula, que cae  
dentro de los límites de 1,83 y 2,67 poseerá una combinación  
5 sobresaliente de capacidad de trabajo con calor y capacidad de  
fresado. Sin embargo, aún cuando una aleación puede tener  
un índice numérico dentro de los límites determinados, ciertas  
otras consideraciones son asimismo significativas.

10 Se ha encontrado que la adición de azufre a la aleación  
aumenta su capacidad de fresado. Sin embargo, los  
límites deben restringirse en forma crítica con el fin de evitar  
dificultades de capacidad de trabajo con calor que ocurren  
a la aleación.

15 La experiencia ha aconsejado que el azufre debe estar  
presente dentro de los límites de 0,021% y 0,055% con el  
fin de efectuar la mejora en capacidad de fresado sin ocasionar  
dificultades de capacidad de trabajo con calor. No se  
ha encontrado una mejora significativa de capacidad de fresado  
en la aleación materia de la presente invención cuando el  
20 contenido de azufre es aumentado a más de 0,055%. Por consiguiente,  
no existe ninguna ventaja para correr el riesgo de que ocurran  
dificultades de capacidad de trabajo con calor con el uso de contenidos  
más altos de azufre.

25 Además de lo anterior, se ha encontrado asimismo que el  
contenido de nitrógeno es asimismo altamente crítico dentro  
de los límites establecidos en la Tabla I. El nitrógeno,  
siendo un endurecedor de intersticios, tiene una gran influencia  
sobre la velocidad de endurecimiento de esfuerzo de la  
aleación.

30 Además, el contenido de nitrógeno asimismo proporciona

1 na fuerza adicional y materialmente contribuye a la estabili-  
dad austenítica de la aleación. El contenido de nitrógeno  
debe estar por encima de 0,18% con el fin de mantener el gra-  
do requerido de fuerza y dureza, junto con suficiente estabi-  
5 lidad austenítica, mientras que si el contenido de nitrógeno  
es aumentado a más de 0,28%, la aleación se endurece en es-  
fuerzo en forma bastante rápida con el resultado de que la ca-  
pacidad de fresado de la aleación es afectada en forma adver-  
sa.

10 Cada uno de los factores críticos, esto es, el equi-  
librio de austenita con respecto a ferrita como se expresa  
por el índice numérico, el contenido de azufre y el conteni-  
do de nitrógeno, están bastante entrelacionados. En con-  
secuencia, es necesario realizar alguna prueba en que todos  
15 los variables son eliminados, con excepción de las diferen-  
cias en la composición del material sometido a prueba. La  
prueba de que se trata, que llena estas condiciones y que se  
ha encontrado ser más práctica en valorizar la capacidad com-  
parativa de fresado de estas aleaciones, es una prueba de tor-  
20 neado en torno de una sola punta.

Esta prueba fue realizada en un torno de 16x30 marca  
American Pacemaker equipado con un accionamiento de veloci-  
dad variable para proporcionar control de velocidad constante.  
Una herramienta de carburo C-6 de una sola punta fue usada  
25 para fresar un material de barra rolada en caliente con día-  
metro de 25,4mm tanto en la condición de tratamiento en so-  
lución como de tratamiento en solución más envejecimiento.  
Una velocidad constante de 30,48 metros por minuto, alimenta-  
ción a una velocidad de 0,22 mm. por revolución y profundi-  
30 dad de corte de 1,27 mm. fueron mantenidos para todas las prue

1 bas. Los ángulos de herramienta fueron asimismo mantenidos  
constantes como sigue:

Inclinación de Dorso - 5° Negativo

Inclinación Lateral - 5° Negativo

5 Angulo de Bordo de Corte Lateral 15°

Angulo de Borde de Corte de Extremo 15°

Alivio 5°

Radio de Boca 0,79 mm.

10 Las pruebas fueron efectuadas sin fluido de corte, y la rela-  
tiva capacidad de fresado de la aleación de cada tanda fue lo-  
grada por medio de una medición del tiempo requerido para pro-  
ducir una cantidad previamente determinada de desgaste de la  
herramienta. De este modo, los efectos combinados de los  
factores antes mencionados de la proporción de los formadores  
15 de austenita con respecto a los formadores de ferrita según  
se expresa por el índice numérico, el contenido de azufre y  
el contenido de nitrógeno, pueden ilustrarse por correlación  
con las relativas valorizaciones de capacidad de fresado.

20 Estas valorizaciones son ilustradas gráficamente por los tra-  
zos de vida de herramienta en minutos contra el desgaste de  
las interranuras de la herramienta en décimas de milímetros.

Al comparar las curvas de las Figuras 1 y 2, la curva óptima  
de fresado posee una alta inclinación y está situada en el  
lado más a la izquierda del trazo. De este modo, la capaci-  
25 dad de fresado de la aleación disminuye a medida que la curva  
cambia de izquierda a derecha sobre el trazo, y a medida que  
disminuye la inclinación. Como es ilustrado en la Figura I,

30 la Tanda No. 40838 exhibe la mejor capacidad de fresado de to-  
das las tandas tratadas en virtud de que tiene la inclina-  
ción más alta y está situada en el lado más a la izquierda

1 del trazo. Es significativo señalar que la proporción de gamma a alfa era ideal, siendo 2,29, el contenido de nitrógeno estaba en el extremo alto del límite de análisis y el contenido de azufre estaba en aproximadamente el extremo alto del límite. Al mantener así los contenidos de nitrógeno y azufre dentro de los límites especificados con el apropiado índice numérico, la aleación tiene excelente capacidad de fresado.

5 Mientras que la Tanda No. 04732 parecía ser la siguiente tanda más capaz de fresado, era bastante inferior a la Tanda No. 40838. La comparación de los análisis químicos revela que aún cuando ambas tandas poseían contenidos de azufre similares el contenido extremadamente alto de nitrógeno de la Tanda No. 04732, junto con su índice numérico extremadamente alto (3,25) ilustra claramente el efecto adverso de estos dos últimos factores sobre la capacidad de fresado de la aleación.

15 Continuando la comparación, la Tanda No. 40839, que exhibe buena capacidad de fresado inicial, claramente ilustra el efecto adverso de los altos contenidos de nitrógeno sobre la capacidad de fresado de la aleación. En forma similar, la Tanda No. 40802, que tiene buen índice numérico y un contenido de nitrógeno dentro de los límites determinados, claramente muestra el efecto adverso de contenidos bajos de azufre, y en consecuencia exhibe pobre capacidad de fresado.

20 Ahora se hace referencia a la Figura 2 que ilustra la relativa capacidad de fresado de algunos de estos aceros cuando son fresados con su condición de tratamiento en solución más envejecimiento. Nuevamente es claro que la Tanda No. 40838 claramente posee sobresalientes características de capacidad de fresado al compararse con la Tanda No. 04588, siendo la última del análisis de Aleación X. La tanda No. 40802 es inclui-

1 da para fines de comparación y claramente ilustra el efecto  
del bajo contenido de azufre cuando están presentes óptimos  
índices numéricos y contenidos de nitrógeno.

5 De lo anterior es claro que la aleación de la presente  
invención debe mantenerse dentro de los límites críticos  
de la composición química como se establecen en la Tabla I.  
Además, la composición química debe equilibrarse en forma tal  
como para proporcionar la apropiada proporción de elementos  
10 formadores de austenita con respecto a los de ferrita según  
es expresado por el índice numérico. Además se ha encontrado  
ser conveniente mantener un límite críticamente angosto de  
azufre, junto con un límite angosto de nitrógeno, con el fin  
de mantener la óptima combinación de propiedades. Estando  
así equilibrada, la aleación de la presente invención tiene  
15 excelente capacidad de trabajo con calor y de fresado, y una  
combinación aceptable de propiedades químicas, mecánicas y  
físicas equivalente a las aleaciones que actualmente se usan.  
Al así mantener el apropiado equilibrio de los anteriores factores,  
aparece que no se necesitan especiales conocimientos  
20 metalúrgicos, procedimientos o equipo con el fin de llevar  
a la práctica la presente invención.

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

R E I V I N D I C A C I O N E S

25 1. Metodo para la producción de una aleación austenítica  
capaz de ser usada a elevadas temperaturas en atmosferas  
que contengan productos de combustión de combustible  
de plomo, caracterizado porque comprende las operaciones de  
suplementar, refinar y ajustar la composición de una masa  
30 fundida de acero, para obtener un producto que tenga de 0,65

1 % a 0,75% de carbon; 5,50% a 6,90% de manganeso; 0,45% a  
0,85% de silicio; 20,50% a 22,0% de cromo; 1,40% a 1,90%  
de níquel; 0,18% a 0,28% de nitrógeno; 0,021% a 0,055% de  
azufre, estando constituido el resto por hierro con impure-  
5 zas accidentales.

2. Metodo de acuerdo con la reivindicación 1, caracte-  
terizado porque la composición se ajusta en los límites de  
0,68% y 0,73% de carbon; 6,00% y 6,50% de manganeso; 0,60%  
y 0,70% de silicio; 21,00% y 21,50% de cromo; 1,60% y 1,75%  
10 de níquel; 0,20% y 0,25% de nitrógeno; 0,225% y 0,040% de  
azufre, estando constituido el resto, sustancialmente de  
hierro con impurezas accidentales.

3. Metodo para la producción de una aleación auste-  
nitica de acuerdo con la reivindicación 2, caracterizado por-  
15 que la composición se ajusta alrededor de 0,70% de carbon,  
alrededor de 6,2% de manganeso, alrededor de 0,83% de silicio,  
alrededor de 20,5% de cromo, alrededor de 1,9% de níquel, al-  
rededor de 0,27% de nitrógeno, alrededor de 0,055% de azufre  
estando constituido el resto sustancialmente de hierro con  
20 impurezas accidentales.

4. Metodo de acuerdo con cualquiera de las reivindi-  
caciones precedentes caracterizado porque los componentes for-  
madores de ferrita y los componentes formadores de austenita  
en la aleación, están mezclados en la proporción:

25

$$\frac{40(\% C + \% N) + 3(\% Ni) + 2(\% Mn)}{(\% Cr) + 5,2(\% Si)} = \frac{\alpha}{\gamma}$$

para producir un índice  $\frac{\alpha}{\gamma}$  dentro de la zona entre 1,83 y  
2,67 y preferiblemente entre 2,08 y 2,38.

30

5. Se reivindica por último como objeto sobre el

1 que ha de recaer la Patente de Introducción que se solicita:  
"METODO PARA LA PRODUCCION DE UNA ALEACION AUSTENITICA".

5 Todo conforme queda descrito y reivindicado en la  
presente Memoria Descriptiva que consta de veintisiete pági-  
nas mecanografiadas y dibujos adjuntos.

Madrid, 26 de Abril, 1967

BERNARDO UNGRIA

P.P.



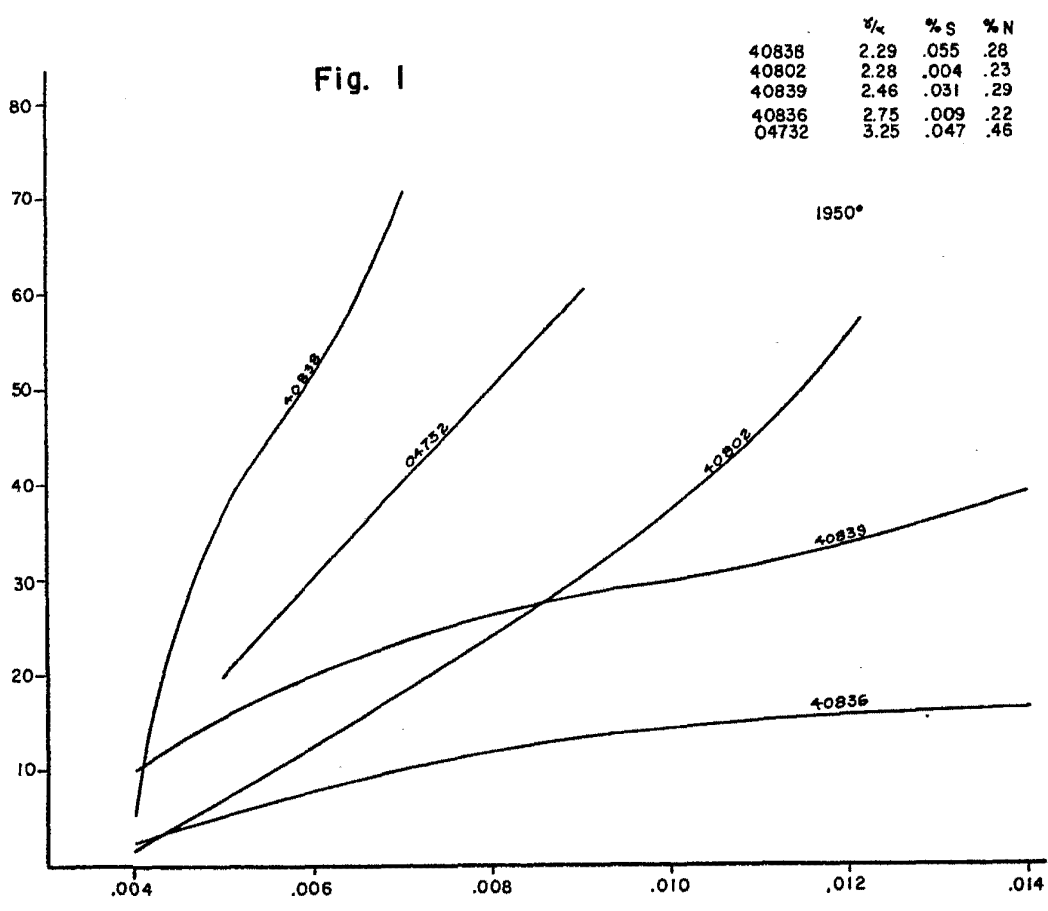
10

15

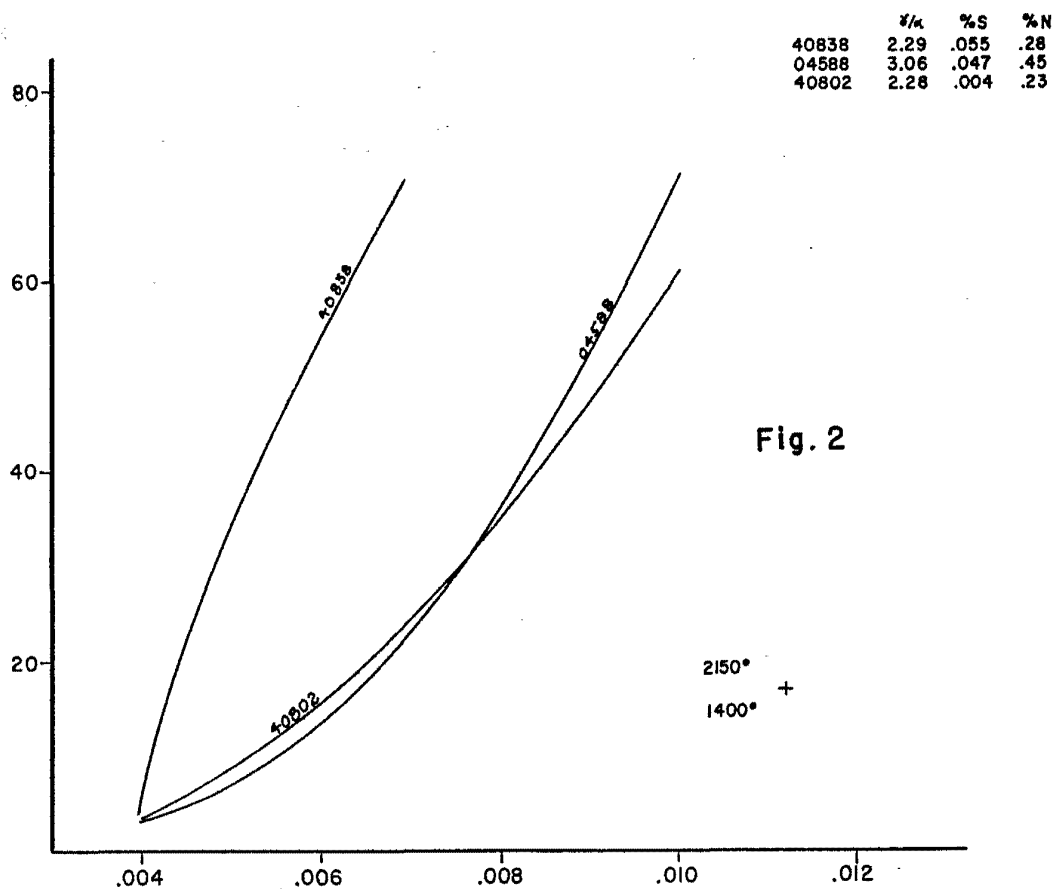
20

25

30



ESCALA VARIABLE  
 MADRID, 26 DE Abril DE 1967  
 BERNARDO UNGRÍA  
 P. P.



	%C	%S	%N
40838	2.29	.055	.28
04588	3.06	.047	.45
40802	2.28	.004	.23

Fig. 2

ESCALA VARIABLE  
 MADRID, 26 DE ABRIL DE 1967  
 BERNARDO UNGRÍA  
 P. P.