



419088

419088

P.- 55.388

W. E. CASE # 45.579

Int. Cl.: B 21 B

MEMORIA DESCRIPTIVA

para solicitar PATENTE DE INVENCION por VEINTE años

A nombre de WESTINGHOUSE ELECTRIC CORPORATION

entidad norteamericana

establecida en Westinghouse Building, Gateway Center,  
Pittsburgh, Pensilvania 15222, Estados  
Unidos de América

por: "UN SISTEMA PARA CONTROL DE CALIBRE EN UN TREN DE  
LAMINADO EN TANDEM"

(Clase Internacional B21b)

419088



Esta invención se refiere a un sistema y método pa  
ra control de calibre para trenes laminadores en tándem.  
En el pasado, ha sido común controlar el calibre de ma-  
terial en fleje que pasa por un tren laminador en tán-  
5 den, ajustando el ajuste con tornillos para el bastidor,  
a la vez que en forma simultánea se controla la tensión  
entre bastidores en el fleje entre bastidores sucesivos.  
Es decir, un subsistema automático de control de calibre  
a la entrada, corrige de acuerdo con las variaciones en  
10 el calibre del producto que entra, mientras que el con-  
trol de la tensión entre bastidores se utiliza en los si-  
guientes bastidores para ajustar la abertura de los rodi-  
llos y regular la tensión entre bastidores. Las veloci-  
dades de los respectivos bastidores son mantenidas cons-  
15 tantes para un calibre dado. Con relaciones fijas de ve-  
locidad entre los bastidores, esto da por resultado un  
porcentaje constante de reducción entre los bastidores,  
que compensa las inexactitudes tales como el "efecto de  
velocidad" introducidas por el propio laminador.

20 Aunque los reguladores de tensión entre bastidores  
mediante el ajuste de la abertura tienden a minimizar  
las desviaciones en el calibre introducidas por el lami-  
nador en sí, en los sistemas de este tipo de ejecuciones  
anteriores, no se ha hecho ningún esfuerzo por reducir  
25 todavía más las desviaciones en porcentaje en el calibre

419088



5 desde el valor deseado, a menos del existente en la salida del primer bastidor, bajo el control de sistema automático de control de calibre a la entrada. Es decir, si el calibre tiene 1% de desviación en el primer bastidor, la desviación en el calibre será de 1% fuera de todos los bastidores sucesivos hasta, cuando menos, el último bastidor.

RESUMEN DE LA INVENCION

10 La presente invención consiste en un sistema de control de calibre para un tren laminador en tándem, en el cual hay dispositivos de celda de carga asociados en forma funcional con cada uno de, cuando menos, los bastidores del tren laminador que están intermedios al primero y último bastidores, a fin de producir una señal eléctrica para cada bastidor que varía como función de la fuerza de rolado o laminado ejercida por ese bastidor. Se han provisto dispositivos de ajuste por tornillo para cada bastidor los cuales dispositivos de ajuste por tornillo pueden ser del tipo mecánico o, de preferencia, del tipo de cilindro hidráulico. Además, se han provisto dispositivos para cada uno de los bastidores intermedios y que son responsivos a la señal eléctrica producida por su dispositivo de celda de carga asociado, para graduar al dispositivo de ajuste por tornillo a fin de mantener constante a una característica de los rodillos en rela-

15

20

25

19 EN



419088

ción con la tira o fleje que está siendo rolado o laminado, suponiendo que la tensión entre bastidores permanezca constante.

5 Como se verá, estas características que son mantenidas constantes pueden ser la fuerza de laminado o rolado o la abertura entre rodillos. En la ejecución preferida de la invención, se hace un intento por mantener una abertura constante entre rodillos en el primer bastidor, mientras que se mantiene una fuerza constante de rolado en todos los bastidores sucesivos, incluyendo el último bastidor. La fuerza de rolado, no obstante, en el último bastidor puede ser variada dependiendo de que haya una desviación en el calibre real medido en la salida, en relación con el calibre deseado en la salida.

15 En cada bastidor, el control para la fuerza de rolado o abertura entre rodillos comprende un cuadro interno cuya señal de referencia puede ser modificada por un cuadro externo responsivo, ya sea, a la tensión entre bastidores o al calibre. El cuadro externo es responsivo al calibre en el primer bastidor, es responsivo a la tensión en los bastidores intermedios, y es responsivo a la tensión y/o calibre final de salida en el último bastidor. Si la tensión o calibre entre bastidores varía, variará también la señal de referencia de bucle interior y, por tanto, la fuerza de laminación o la abertura entre rodillos.

20 La invención será ahora explicada por vía de ejemplo y haciendo referencia a una ejecución preferida des-



419088

crita en asociación con los dibujos anexos, en los cuales:

5 La Figura 1 es un diagrama esquemático de bloque de una ejecución de la invención, en la cual es mantenida una abertura constante entre rodillos en el primer bastidor de un laminador y una fuerza constante de rola  
do en los bastidores sucesivos;

10 La Figura 2 es una ilustración de amplificador de funcionamiento típico utilizado en la invención para combinar señales proporcionales a la tensión o fuerza de ro  
lado o abertura entre rodillos reales y compararlas con una señal de referencia; y

15 La Figura 3 ilustra una ejecución alternativa (un solo bastidor) de la invención, en la cual es mantenida una abertura constante entre rodillos en los bastidores  
posteriores al primer bastidor en un tren laminador en tándem.

20 Con referencia ahora a los dibujos y en forma particular a la Figura 1, el sistema ilustrado incluye un tren laminador de 5 bastidores en tándem que incluye los bastidores S1, S2, S3, S4 y S5. Cada bastidor incluye un par de rodillos de trabajo 10 y 12 entre los cuales  
25 pasa el material 14 en tiras que está siendo rolado o laminado, junto con un par de rodillos de apoyo, que no se ilustra. La tira que sale del último bastidor S5 es



419088

enrollada en una enrolladora 15. Los rodillos de cada bastidor son impulsados por medio de motores de impulsión M1, M2, M3, M4 y M5, controlados cada uno por circuitos C1, C2, C3, C4 y C5, respectivamente, de control de velocidad. Los circuitos C1-C5 de control de velocidad están, a su vez, conectados a un controlador 20 maestro de velocidad el cual establece una velocidad nominal o deseada para cada uno de los bastidores en el laminador para lograr una reducción deseada en el calibre. A este respecto y dado que cada uno de los bastidores en el laminador va reduciendo el espesor de la tira, la velocidad del material de tira o fleje que sale de cualquier bastidor, debe ser mayor que la de entrada al bastidor, de acuerdo con el principio del volumen constante. Por lo tanto, la velocidad del bastidor S2 debe ser mayor que la del bastidor S1; la velocidad del bastidor S3 debe ser mayor que la del bastidor S2 y así sucesivamente, y la velocidad del bastidor S5 es la más alta.

En la ejecución de la invención descrita en la presente, los calzos que soportan los rodillos en cada bastidor son cargados por medio de cilindros hidráulicos H1, H2, H3, H4 y H5, respectivamente. Es decir, los cilindros hidráulicos H1-H5 proveen la fuerza de rolado necesaria para reducir el espesor de la tira 14. Aunque sólo



419088

lo se ilustra un cilindro para cada uno de los bastidores en la ilustración esquemática presentada, debe quedar entendido que en la práctica hay cilindros hidráulicos que funcionan sobre los dos calzos en ambos lados del laminador. Por supuesto, es posible utilizar un mecanismo mecánico para ajuste por tornillo o un control del tipo de cuña para lograr más o menos los mismos resultados; sin embargo, se prefieren los cilindros hidráulicos debido a su velocidad de funcionamiento. En esta especificación y en las cláusulas reivindicatorias, el término "mecanismo de ajuste por tornillos" se pretende que signifique ya sea un sistema mecánico de ajuste por tornillo, cilindros hidráulicos, una cuña u otros dispositivos similares para ejercer fuerza de rolado sobre los rodillos.

El espesor del material en tira que pasa por el primer bastidor S1 es medido por medio de un calibrador 22 de rayos X o similar. El calibrador 22 produce una señal eléctrica proporcional al espesor real del material de tira 14 entre los bastidores S1 y S2; y esta señal es aplicada a un circuito de control 24 del calibrador en donde es comparada con una señal eléctrica sobre el conductor 26, proporcional al calibre de salida deseado en el bastidor S1. Si el calibre real no concuerda con el calibre deseado, entonces el circuito de control de



419088

calibre producirá una señal de error de salida sobre el conductor 28, la cual es aplicada a un circuito 30 de control de abertura entre rodillos. Como se verá, la señal de error sobre el conductor 28 actúa para variar  
5 la presión ejercida por el cilindro hidráulico H1 para con ello corregir una condición de fuera de calibre, hasta que el calibre real medido, tal como es detectado por el calibrador 22, concuerda con la señal deseada del calibrador sobre el conductor 26.

10 Entre bastidores sucesivos se encuentran tensiómetros T1, T2, T3 y T4 que miden la tensión en el material de la tira entre cada grupo de bastidores. El tensiómetro T1, por ejemplo, mide la tensión entre los bastidores S1 y S2 y produce una señal eléctrica proporcional  
15 a ella. Esta señal de tensión que viene del tensiómetro T1, por ejemplo, es comparada con una señal de referencia de tensión sobre el conductor 32 en el circuito de control de tensión TC2. Si la señal real de tensión que viene del tensiómetro T1 no concuerda con la señal de referencia de tensión sobre el conductor 32, entonces se  
20 producirá una señal de error en el conducto 34, la cual será aplicada a un circuito RF2 de control de fuerza de rolado.

25 En cada uno de los bastidores S1-S5 está una celda de carga o calibrador de esfuerzo LC1, LC2, LC3, LC4 o



419088

LC5, el cual mide la fuerza real de rolado ejercida por los rodillos 10 y 12 en cada uno de los bastidores. En el caso del bastidor S1, la señal eléctrica producida por la celda de carga LC1 es multiplicada por el factor "K" en el circuito de multiplicación 36 para derivar una señal sobre el conductor 38, la cual es proporcional a la abertura que hay entre los rodillos 10 y 12. Es decir, de acuerdo con la ley de Hooke, la multiplicación de la fuerza ejercida por los rodillos multiplicada por una constante, K da el desplazamiento de los rodillos o abertura entre rodillos. Esta es comparada en el circuito 30 de control de abertura entre rodillos contra una señal de referencia de abertura entre rodillos sobre el conductor 40, que es proporcional a la abertura entre rodillos deseada en el bastidor S1 para lograr un calibre predeterminado. Suponiendo que la señal sobre el conductor 38, proporcional a la abertura real entre rodillos no sea igual a la señal de referencia de abertura entre rodillos del conductor 40, entonces el circuito 30 de control de la abertura entre rodillos producirá una señal de error que, mediante controles hidráulicos apropiados que no se ilustran, aumentará o disminuirá la presión ejercida por el cilindro H1 para aumentar o disminuir la abertura entre rodillos del bastidor S1 hasta que las señales de referencia y real, sean las



419088

mismas. El desplazamiento del pistón dentro del cilindro H1 es detectado por un transductor 42 adecuado, el cual produce una señal eléctrica proporcional a la posición del cilindro y, por lo tanto, la cantidad de movimiento de un rodillo con respecto al otro.

El sistema de control de fuerza de los rodillos en los bastidores S2-S5 es similar al control de abertura entre rodillos del bastidor S1, excepto que, en estos casos, la señal de la fuerza real del rodillo de la celda de carga LC2 para el bastidor S2, por ejemplo, es aplicada por el conductor 44 al circuito FR2 de control de fuerza del rodillo, en donde es comparada con una señal de referencia de fuerza del rodillo sobre el conductor 46. Suponiendo que la señal de fuerza real del rodillo sobre el conductor 44 no sea igual a la señal de referencia sobre el conductor 46 y, suponiendo además, que no exista señal de error en el conductor 34, entonces se producirá una señal de error en la salida del circuito RF2 la cual, mediante circuitos apropiados para control hidráulico, aumentará o disminuirá la presión ejercida por el cilindro H2 hasta que las señales de fuerza deseada y real del rodillo sean las mismas. En lugar de usar una celda de carga tal como la celda LC1, debe quedar entendido que la abertura del cuadro interno del rodillo puede ser responsivo a la medición



# 419088

directa de la abertura entre rodillos, tal como por ejemplo un dispositivo de transformador de voltaje lineal diferente.

5 Los bastidores S3, S4 y S5 tienen circuitos similares, de control de fuerza del rodillo RF3, RF4 y RF5, respectivamente. Los bastidores S3 y S4 funcionan de la misma manera que el bastidor S2 con la salida del circuito TC3 o TC4 de control de tensión, cambiando la referencia al circuito RF3 o RF4 de control de fuerza del rodillo, suponiendo que se necesite una corrección de la tensión. El bastidor S5 es un tanto diferente en que el calibre final de salida es medido por un calibrador 48 de rayos X o similar y aplicada a un circuito 50 de control de calibre en donde es comparado con una señal en el conductor 52 proporcional al calibre final deseado en la salida. Una señal del regulador 20 maestro de velocidad, proporcional a la velocidad nominal del bastidor S5 es aplicada al circuito C5 de control de velocidad. Suponiendo que el calibre real medido del material de tira, tal como es detectado por el calibrador 48 sea igual al determinado por la señal de referencia de calibre en el conductor 52, entonces la señal del regulador 20 maestro de velocidad ejercerá control y hará que el circuito C5 de control de velocidad impulse al bastidor S5 a la velocidad nominal determinada por el regulador 20. Sin em-

10  
15  
20  
25



# 419088

bargo, si el calibre real medido en la salida y el calibre deseado, representado por la señal en el conductor 52 no son iguales, entonces será variada la señal al circuito C5 de control de velocidad, para aumentar o disminuir la velocidad del bastidor S5. Esto aumenta o disminuye la tensión entre los bastidores S4 y S5 para efectuar una corrección del calibre.

En el sistema ilustrado en la Figura 1, el calibre final es controlado mediante el control de la velocidad del bastidor S5; la tensión S4-S5 es controlada por la fuerza de rolado del bastidor S5. Sin embargo, debe quedar entendido que el control final del calibre puede ser por vía de la tensión S4-S5, mientras que el control de la tensión es por vía de la velocidad del bastidor S5. Como alternativa, el control final del calibre puede ser por vía de la fuerza de rolado del bastidor S5, mientras que el control de la tensión es por vía de la velocidad del bastidor S5.

Por lo precedente, se puede ver que cada uno de los bastidores incluye un cuadro interno de control para mantener constantes ya sean la fuerza de rolado o la abertura entre rodillos y un cuadro externo de control para mantener constantes ya sea el calibre o la tensión. En la ejecución ilustrada en la Figura 1, se utilizan el control de calibre y el control de abertura entre rodi-



419088

llos en el primer bastidor S1 mientras que en los bastidores S2-S5 se usan control de fuerza de rolado y control de tensión constantes. No obstante, como se explicó antes, es posible en ciertos casos, emplear control de fuerza de rolado en el primer bastidor junto con los otros bastidores o control de abertura entre rodillos en todos los bastidores.

La forma en la cual son combinadas las señales en los cuadros interno y externo de control, para los respectivos bastidores, se ilustra en la Figura 2. Se supondrá que el circuito ilustrado en la Figura 2, es para el bastidor S2. El circuito RF2 de control de fuerza de rolado, está encerrado dentro de líneas discontinuas y comprende un amplificador 56 proporcional de funcionamiento, que tiene una trayectoria 58 resistiva de retroalimentación. La señal de referencia de fuerza de rolado en el conductor 46 es derivada a través de la resistencia 60 desde un potenciómetro 62. A este respecto, se apreciará que la posición de la derivación móvil en el potenciómetro 62 determina la fuerza deseada de rolado para el bastidor S2. Esto se puede lograr en forma manual o, en ciertos casos, se puede lograr mediante el control por computadora. La señal de fuerza de rolado de la celda de carga IC2 en el conductor 44 es aplicada a la otra entrada del amplificador 56 de funciona-



419088

miento a través de la resistencia 64. Esta es combinada con la señal de control de tensión del circuito TC2 de control de tensión a través de la resistencia 66. Su poniendo que la tensión sea mantenida constante al valor deseado, determinado por la señal de referencia de tensión en el conductor 32, entonces las únicas entradas al amplificador 56 de funcionamiento serán las que vengan de la celda de carga LC2 y la señal de referencia de rolado desde el potenciómetro 62. También en este caso, si ambas son iguales, no aparecerá salida del amplificador 56 de funcionamiento y no se efectuará cambio en la presión ejercida por el cilindro H2. Sin embargo, si las señales real y de referencia de fuerza de rolado no son las mismas, entonces será derivada una salida para aumentar o disminuir la presión sobre los rodillos del bastidor S2. El circuito TC2 de control de tensión, al igual que el circuito RF2 de fuerza de rolado, comprende un amplificador de funcionamiento, una de cuyas entradas es una señal de referencia de tensión que, también, puede ser derivada de un potenciómetro y la otra entrada es la señal del tensiómetro T1. Si las dos son iguales, no se aplica señal al circuito RF2 de control de fuerza de rolado. Sin embargo, si son diferentes, será aplicada una señal al circuito RF2 de fuerza de rolado para producir una salida al cilindro H2



419088

aunque las señales deseada y real de fuerza de rolado sean las mismas.

Con la disposición ilustrada, se puede ver que si existe una desviación en el calibre en la salida del bastidor S1, esta desviación del calibre será corregida o, por lo menos, se tratará de corregirla, por virtud del hecho de que la fuerza de rolado es mantenida constante en todos los bastidores sucesivos, por contraste con los sistemas de ejecuciones anteriores, en donde podía variar la fuerza de rolado, dependiendo del espesor del material que pasase por los rodillos.

En la Figura 3 se muestra otra ejecución de la invención, la cual ilustra un solo bastidor, por ejemplo, el bastidor S2. Se supondrá que todos los bastidores sucesivos están provistos con controles similares para la abertura entre rodillos en vez de controles de fuerza de rolado, como en la ejecución de la Figura 1. Por lo tanto, cada bastidor incluirá un circuito multiplicador 70, similar al circuito 36 de la Figura 1, en donde la señal de fuerza de rolado que viene de una celda de carga LC2 es multiplicada por la constante K, para producir, sobre el conductor 72, una señal proporcional al desplazamiento de los rodillos. Esta es comparada en un circuito 74 de control de abertura entre rodillos contra una señal de referencia de abertura entre rodillos



419088

derivada por vía de la resistencia 76 desde el potenciómetro 78. Al mismo tiempo, la tensión aplicada al segundo bastidor es medida por el tensiómetro T1 y aplicada al circuito TC2 de control de tensión junto con una  
5 señal de referencia de tensión sobre el conductor 32. Suponiendo que los valores real y deseado de tensión no sean los mismos, es aplicada una señal al circuito 74 de control de abertura entre rodillos, en donde modifica la señal de referencia derivada del potenciómetro 78  
10 en la forma descrita antes en relación con la Figura 2. También en este caso, la posición del pistón en el cilindro H2 es convertida en una señal eléctrica por medio de un transductor 80 y aplicada otra vez al circuito 74 de control de abertura entre rodillos para completar el  
15 cuadro de servo.

Aunque la invención ha sido ilustrada y descrita en relación con ciertas ejecuciones específicas, será aparente para los especialistas en la actividad que se pueden hacer diversos cambios en la forma y disposición de  
20 las partes, para adaptarse a los requisitos, sin apartarse del espíritu y el alcance de la invención.

Esta solicitud que corresponde a la presentada en Estados Unidos de América, el día 29 de Septiembre de 1972, bajo el N° 294.728, se acoge a los beneficios del  
25 artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Indus-



419088

trial.

5

REIVINDICACIONES

10

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:

15

20

25

1ª.- Un sistema para control de calibre en un tren de laminado en tándem que tenga una pluralidad de bastidores sucesivos para laminado, incluyendo bastidores intermedios, a lo largo de los cuales pasa un material en tira, que comprende: dispositivo de celda de carga en cada de, cuando menos, los bastidores del tren laminador intermedios al primero y último bastidores para producir una señal eléctrica para cada bastidor, la cual varíe como función de la fuerza de rolado ejercida por ese bastidor; dispositivos de ajuste por tomillo

9.1.76





419088

5 para cada bastidor para ajustar la abertura de los rodillos, medios de bucle de control interior asociados para funcionamiento con cada bastidor intermedio mencionado y responsivos a la señal eléctrica producida por su dispositivo de celda de carga, para ajustar a los dispositivos de ajuste por tornillo para mantener constante una característica de los rodillos en relación con la tira que está siendo laminada en ausencia de cualquier variación en la tensión de la tira que entra en un bastidor, y medios de bucle exterior, asociados con cada bastidor intermedio y que responden a una variación de tensión de la tira que entra en un bastidor, para hacer vasar dicha característica de los rodillos hasta que la tensión alcance un valor deseado.

15 2ª.- Un sistema para control de calibre, según la reivindicación 1ª, adaptado a fin de que la característica que es mantenida constante es la fuerza de rolado o laminado.

20 3ª.- Un sistema para control de calibre, según la reivindicación 1ª, adaptado a fin de que la característica que es mantenida constante es la abertura entre rodillos.

25 4ª.- Un sistema para control de calibre, según la reivindicación 1ª, adaptado a fin de que la característica que es mantenida constante en los rodi-



419088

llos intermedios es la fuerza de laminado y se incluyen dispositivos para mantener constante la abertura entre rodillos del primer bastidor, junto con dispositivos para mantener constante la fuerza de laminado del último bastidor.

5

5ª.- Un sistema para control de calibre, según la reivindicación 1ª, que incluye dispositivos para modificar la abertura entre rodillos del primer bastidor como función del calibre del material de tira que sale del primer bastidor.

10

6ª.- Un sistema para control de calibre, según la reivindicación 4ª, que incluye dispositivos para variar la velocidad del último bastidor como función del calibre del material de tira que sale del último bastidor.

15

7ª.- Un sistema para control de calibre, según la reivindicación 1ª, que incluye dispositivos para variar la fuerza de laminado ejercida por el último bastidor como función del calibre del material de tira que sale del último bastidor.

20

8ª.- Un método para laminar material en tiras en un tren de laminación en tándem que tenga una pluralidad de bastidores sucesivos, incluyendo bastidores intermedios para laminado, a lo largo de los cuales pasa el material de tira, usando el sistema de la rei-

25

~~9.1.76~~



419088

vindicación 1ª, comprendiendo el método los pasos de:  
medir el calibre del material de tira que sale del primer bastidor en el laminador y ajustar la abertura entre rodillos del primer bastidor para compensar las variaciones en el calibre del material de tira que sale  
5 del primer bastidor; medir la tensión en el material de tira al menos entre algunos bastidores que sucedan al primer bastidor y controlar, por vía de un cuadro externo de control, la fuerza de laminado ejercida por los  
10 bastidores sucesivos para mantener constante la tensión entre bastidores y, de manera simultánea con los pasos enumerados, medir la fuerza de laminado ejercida por los bastidores sucesivos y usar la fuerza de laminado así medida en los cuadros internos de control para mantener constante la fuerza de laminado en los bastidores  
15 sucesivos en ausencia de una variación de la tensión entre bastidores.

9ª.- El método según la reivindicación 8ª, que incluye el paso de medir la abertura entre rodillos del primer bastidor y mantener constante la abertura entre rodillos del primer bastidor, cuando el calibre real del material de tira que sale del primer bastidor concuerda con el calibre de salida deseado en el  
20 primer bastidor.

25 10ª.- "UN SISTEMA PARA CONTROL DE CALI-

9.1.76




419088

BRE EN UN TREN DE LAMINADO EN TANDEM".

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

5

Esta Memoria consta de veintiuna hojas escritas a máquina por una sola cara.

MADRID,  
19 ENE. 1976  
P.A.  
Fernando de Elizabury  
Por Poder.  


9.1.76

~~GD.~~

419088

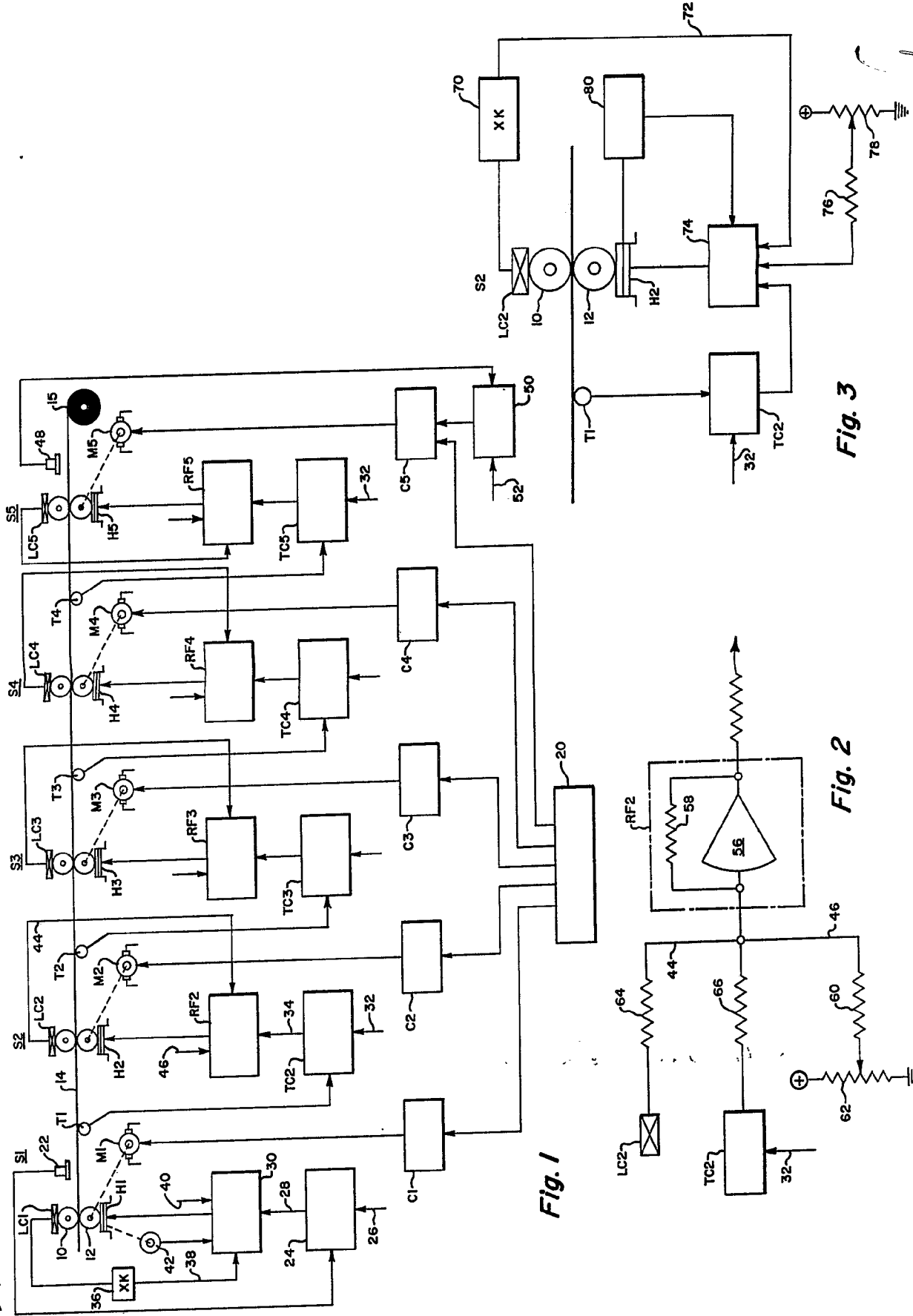


Fig. 1

Fig. 2

Fig. 3

*[Handwritten signature]*

419088

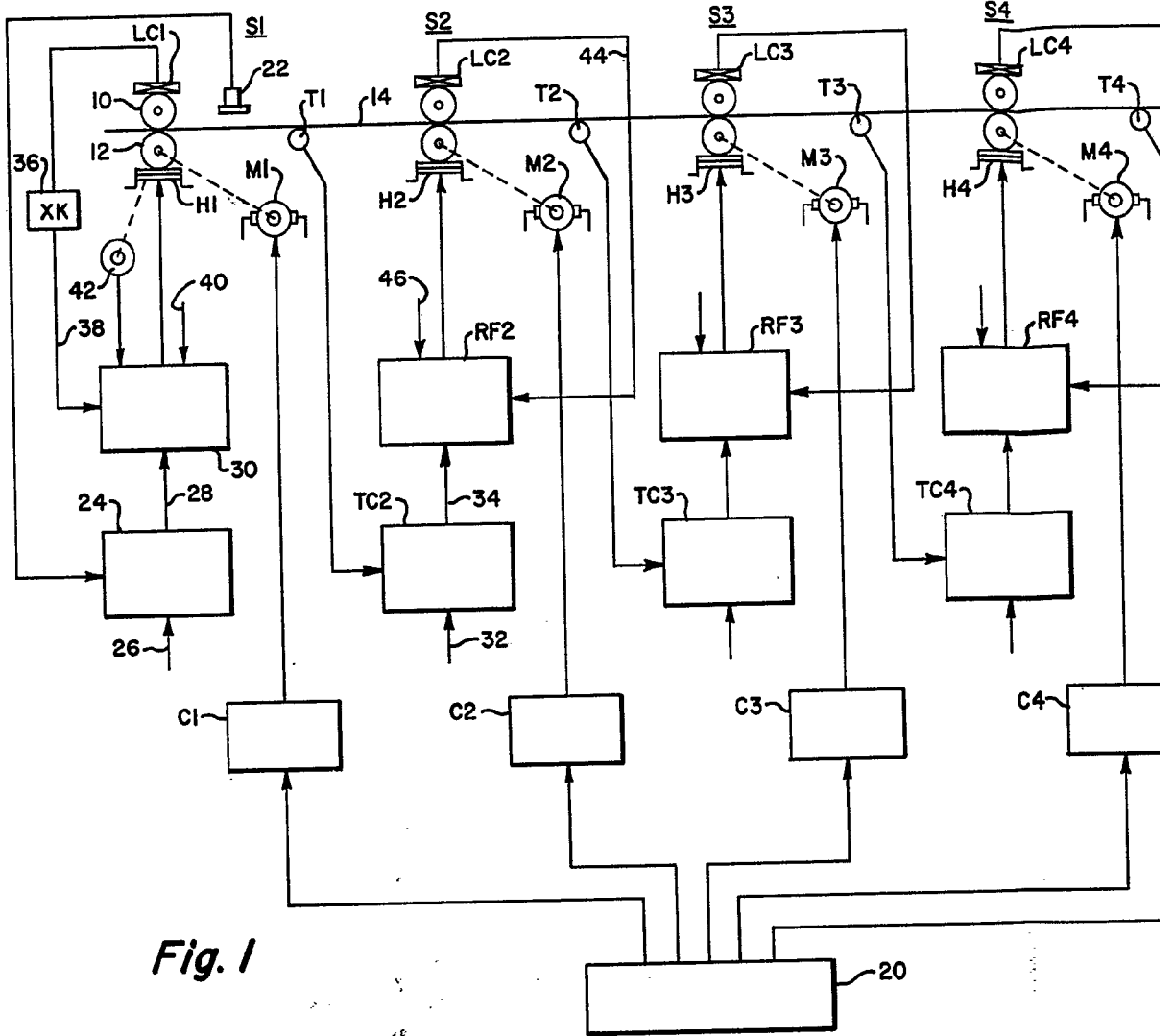


Fig. 1

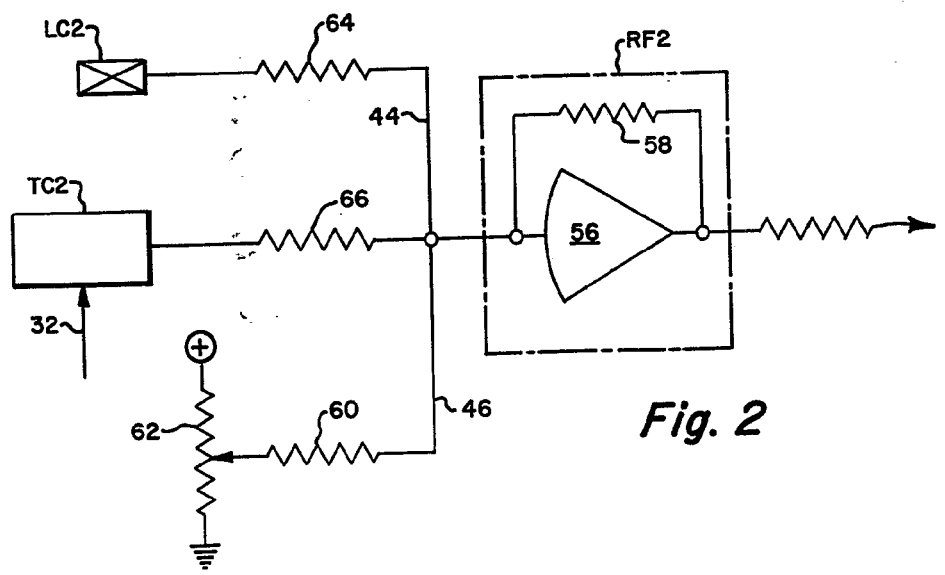


Fig. 2

