



P.- 55.42 **419116**

W.E. Case No. 43872

G05D; B21B

MEMORIA DESCRIPTIVA

para solicitar PATENTE DE INVENCION por 20 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 DE CONTROL PARA UN TREN DE LAMINACION
EN TANDEM"

(Clase Internacional B21b, G05b)



Esta invención se relaciona con un método y sistema para control de calibre para trenes de laminación en tándem, en los cuales hay una pluralidad de bastidores de laminado o rolado sucesivos, y en el cual el calibre final en la salida es mantenido mediante parámetros de control.

En el pasado, se ha conocido el control del calibre de un material de tira o fleje que pasa por un laminador en tándem, graduando el ajuste por tornillo del primer bastidor a la vez que, en forma simultánea, se controla la tensión entre bastidores en la tira entre bastidores sucesivos. El control del calibre final en la salida en laminadores de bastidores múltiples, se logra en forma muy generalizada por medio de variación en la tensión entre el último y el penúltimo bastidores. A este particular, un calibrador de espesor de rayos X, colocado más allá de la zona de presión de los rodillos, mide el espesor real en la salida el cual, después, es comparado con el espesor final deseado para derivar una señal de error para controlar la velocidad del último bastidor. Si el espesor real medido es superior al calibre deseado, por ejemplo, entonces se aumenta la velocidad del último bastidor para aumentar la tensión entre los dos últimos bastidores y reducir el calibre.

El calibre final en la salida también puede



5 ser controlado graduando el ajuste por tornillo del último bastidor; sin embargo este método puede interferir con la forma de la tira y no es de una acción tan rápida como el control del calibre mediante la variación de la tensión entre los dos últimos bastidores.

10 Una limitación notoria al control del calibre final en la salida en un tren de laminación en tándem mediante la variación en la tensión entre los dos últimos bastidores es la incapacidad del cambio de tensión para variar el calibre de la tira en más de 4 ó 5% del calibre normal. Esto se debe, en parte, a la gama permisible de variación en la tensión, alrededor de 40% del valor nominal, y debido en parte a las características del laminado. A este particular y haciendo referencia a un artículo de William L. Roberts, que apareció en "Iron and Steel Engineer", Octubre de 1965, y titulado "Un Modelo Simplificado para Laminado en Frío", se puede ver que la resistencia a la cedencia por compresión en la zona de presión de los rodillos del último bastidor de un laminador en tándem, se puede representar por:

15

20

$$(1) \quad G_c = 1,15 G_Y - G_T$$

en donde:

25 G_c = resistencia a la cedencia por compresión en



la fuerza del rolado o laminado, con tensión aplicada;

5 G_Y = resistencia promedio a la cedencia por compresión en la zona de presión de los rodillos sin aplicar tensión; y

G_T = esfuerzo promedio de tensión de la tira en la zona de presión de los rodillos.

El término $1.15 G_Y$ es más o menos constante para una tira dura y pequeña variación en las reducciones.

10 Además, se puede demostrar que:

$$(2) F = G_C \cdot L_e \quad y,$$

$$(3) F = (1.15 G_Y - G_T) L_e$$

15 en donde:

F = fuerza del laminado o rolado; y

L_e = longitud efectiva del perfil de contacto.

20 Por la ecuación precedente, se puede ver que conforme aumenta la tensión, debe disminuir la fuerza de rolado. En otras palabras, mientras la tensión actúa para disminuir el calibre, por ejemplo, la disminución en la fuerza de rolado actúa contra ella e intenta aumentar el calibre. Esta característica del laminado reduce la efectividad
25 de la tensión entre bastidores entre los últimos dos bas-



tidores de un tren de laminación en tándem para el control final del calibre.

La invención consiste en un sistema y método para el control del calibre final para un tren laminador en tándem, en donde el calibre final se varía modificando la tensión en el material de tira que está siendo rolado entre los dos últimos bastidores, mientras que la fuerza de rolado ejercida sobre la tira por el último bastidor es mantenida constante para todas las variaciones en la velocidad del último bastidor, para permitir una gama más grande de cambio del calibre final.

De manera específica, se pueden proveer dispositivos para medir el calibre real del material en tiras que sale del último bastidor y para producir una primera señal eléctrica proporcional al mismo, junto con dispositivos para comparar la primera señal eléctrica contra una segunda señal eléctrica proporcional al calibre deseado de salida para derivar una señal de error cuando el calibre deseado y el real no son los mismos. Se han provisto circuitos que son responsivos a la señal de error para variar la velocidad del último bastidor, para con ello variar la tensión entre los últimos bastidores y variar el calibre real en la salida, hasta que los calibres deseado y real en la salida son los mismos y la señal de error es de cero. Además, se ha provisto una celda de carga en



el último bastidor, la cual produce una señal eléctrica proporcional a la fuerza de rolado ejercida por el último bastidor. Esta última señal eléctrica, después, es utilizada para mantener, de preferencia por medio de cilindros hidráulicos, una fuerza constante de rolado sobre el material en tira que pasa por el último bastidor sin que importen las variaciones en la tensión entre los dos últimos bastidores.

Ahora será descrita la invención, a título de ejemplo, en una ejecución con referencia al dibujo único anexo, en el cual se ilustra en forma esquemática la ejecución de la invención.

Con referencia ahora al dibujo, el sistema ilustrado incluye un tren de laminación de cinco bastidores, que incluye los bastidores S1, S2, S3, S4, S5. Cada bastidor incluye un par de rodillos 10 y 12 de trabajo entre los cuales pasa el material 14 de tira o fleje que está siendo rolado, junto con un par de rodillos de apoyo 16 y 18. La tira que sale del último bastidor S5 es enrollada en un devanador 15. Los rodillos de cada bastidor son impulsados por medio de motores de impulsión M1, M2, M3, M4 y M5, controlado cada uno por circuitos C1, C2, C3, C4 y C5, respectivamente, de control de velocidad. Los circuitos C1-C5 de control de velocidad, a su vez, están 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, a fin de lograr una reducción deseada en el calibre. A este respecto y dado que cada uno de los bastidores en el laminador
5 está reduciendo el espesor de la tira, la velocidad del material de tira que sale de cualquier bastidor debe ser mayor que la del material que entra al bastidor, de acuerdo con el principio del volumen constante. Por lo tanto, la velocidad del bastidor S2 debe ser mayor que la del
10 bastidor S1; la velocidad del bastidor S3 debe ser mayor que la del bastidor S2, y así sucesivamente, siendo la más elevada, la velocidad del bastidor S5.

En la ejecución de la invención descrita en la presente, los calzos que soportan los rodillos en cada
15 bastidor son cargados por medio de cilindros hidráulicos H1, H2, H3, H4 y H5. Es decir, los cilindros hidráulicos H1-H5 proveen la fuerza necesaria de rolado para reducir el espesor de la tira 14. Por supuesto, es posible usar
20 mecanismos del tipo mecánico para el 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.

El calibre del material en tiras que pasa por
25 el primer bastidor S1 es medido por medio de un calibra-



5 dor 22 de rayos X o similar. El calibrador 22 produce una señal eléctrica proporcional al calibre real que hay entre los bastidores S1 y S2; esta señal es aplicada a un circuito 24 de control de calibre, en donde es comparada con una señal eléctrica proporcional al calibre deseado en la salida del bastidor S1. Si el calibre real no concuerda con el calibre deseado, entonces el circuito de control del calibre, por medio de controles hidráulicos apropiados, aumenta o disminuye la presión en el cilindro

10 H1 para aumentar o disminuir la fuerza de rolado y, con ello, variar el calibre del material que sale del bastidor S1 hasta que concuerda con el calibre deseado. Sin embargo, el bastidor S1 puede ser el único bastidor en el tren de laminación en tándem cuya fuerza de rolado

15 sea variada, como función del calibre en la salida, en la ejecución de la invención mostrada en la presente.

 Entre los bastidores sucesivos están los tensiómetros T1, T2, T3, T4 y T5, los cuales miden la tensión en el material de 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 a la misma. Esta señal de tensión que viene del tensiómetro T1 es comparada con una señal de referencia en el circuito TC2 de control de tensión; si las dos

20 no son iguales, entonces el circuito de control de ten-

25



5 sión, mediante controles hidráulicos apropiados, que no se ilustran, varía la presión ejercida por el cilindro H2 en el bastidor S2. Para los bastidores S3-S5 se han provisto circuitos TC3-TC5 similares para el control de la tensión.

10 Supongamos, por ejemplo, que la tensión entre los bastidores S1 y S2 disminuye desde el valor deseado. En estas circunstancias y, después de la comparación de la señal de tensión real contra una señal de referencia, el control TC2 de tensión reducirá la presión ejercida por el cilindro H2; al ocurrir esto, la abertura entre rodillos del bastidor S2 aumentará hasta que sea mantenida la tensión deseada. De manera similar, un aumento en la tensión dará por resultado que sea ejercida mayor presión por el cilindro H2 y que haya una abertura más pequeña entre cilindros, hasta que vuelva a ser mantenida la tensión deseada.

15

20 El calibre final en la salida del material en tira que pasa por el tren laminador en tándem, es medido por medio de un calibrador 26 de rayos X o similar, el cual produce una señal proporcional al calibre real medido. Esta señal es aplicada a un circuito 28 de control de calibre, en donde es comparada contra una señal proporcional al espesor o calibre deseados derivada del circuito 30. El circuito 30, por ejemplo, puede simplemente

25



incluir un potenciómetro o similar. El circuito TC5, de control de tensión, indicado con líneas discontinuas, se ilustra con algo más de detalle que los controladores de tensión de los bastidores precedentes. La señal de tensión real que viene del tensiómetro T4 entre los bastidores S4 y S5 es comparada otra vez con la tensión deseada que viene del circuito 34 en un circuito 34 de determinación de error en la tensión. A este respecto, el sistema de control de tensión es similar al del bastidor precedente. No obstante, hay una tercera señal introducida en el error en la tensión por el circuito 34; esta es la señal de error en el calibre derivada del circuito 28 de control de calibre, la cual modifica a la señal de tensión deseada que viene del circuito 32. Por lo tanto, aunque si la tensión real medida por el tensiómetro T4 fuera igual a la tensión deseada, será derivada una señal de error desde el circuito 34, si el calibre real en la salida, derivado desde el calibrador 26 de rayos X no es igual al calibre deseado. La señal de error en la tensión que viene del circuito 34 es aplicada, después, a un circuito de compensación de tensión, en donde son introducidas compensación para el área seccional de la tira y velocidad de la tira, a la señal de error. La salida del circuito 36, luego, es sumada con la señal de velocidad deseada que viene del controlador 20 maestro de



velocidad en el sumador 38. Si las dos no son iguales, es aplicada una señal de error al circuito 05 de control de velocidad, para variar la velocidad del bastidor S5.

5 Como se explicó antes, no es posible, cambiar la tensión en la tira entre los dos últimos bastidores, para variar el calibre de la tira más de alrededor de un 4 a 5% del calibre nominal, debido en parte a la gama permisible de variación en la tensión y debido en parte a las características del rolado o laminado. Es decir,
10 y como se explicó al principio de la especificación, la fuerza del rolado disminuirá conforme aumenta la tensión y viceversa. Por ello, un efecto trabaja en contra del otro.

De acuerdo con la presente invención, se evita
15 una reducción en la fuerza de rolado en el último bastidor con dispositivos para mantener constante en todo momento la fuerza de rolado. Estos dispositivos incluyen una celda de carga 40 en el bastidor S5, la cual produce una señal eléctrica proporcional a la fuerza real de rolado ejercida por el bastidor S5. Esta señal es compara-
20 da en el circuito 42 de control de fuerza de rolado o laminado contra una señal fija de referencia de fuerza de laminado; si las dos no son iguales, el circuito 42 actúa por medio de controles hidráulicos adecuados para
25 aumentar o disminuir la presión ejercida por el cilindro



H5 y, por lo tanto, aumentar o disminuir la fuerza de laminado ejercida por el bastidor S5. De esta manera, la fuerza de laminado en el bastidor S5 es mantenida constante en todo momento y no varía con los cambios en la tensión de la tira entre los bastidores S4 y S5, con lo cual se resuelven las desventajas de los sistemas de ejecuciones anteriores antes descritas.

Aunque la invención ha sido descrita en relación con cierta ejecución específica, será aparente para los especialistas en la actividad que se pueden efectuar diversos cambios en la forma y disposición de las partes para adaptarse a los requerimientos, sin apartarse del alcance de la invención.

Esta solicitud que corresponde a la presentada en Estados Unidos de América el 29 de Septiembre de 1972 con el nº 293.619, se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.



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 1ª.- Un sistema de control para un tren de laminación en tándem, que maneja material en tira en el cual el calibre final de salida del material que sale del tren de laminación es controlado mediante el control de la tensión entre los dos últimos bastidores en el tren de laminación, comprendiendo el sistema de control: dispositivos para medir el calibre real del material en tira que sale del último bastidor en el tren y para producir 15 una primera señal eléctrica proporcional al mismo; dispositivos para comparar la primera señal eléctrica contra una segunda señal eléctrica proporcional al calibre deseado en la salida, para derivar una señal de error cuando los calibres deseado y real no son iguales; dispositivos 20 responsivos a la señal de error para variar la velocidad del último bastidor para con ello variar la tensión entre los dos últimos bastidores y variar el calibre real en la salida hasta que los calibres deseado y real en la salida son los mismos y la señal de error es de 25 cero, estando el sistema caracterizado por dispositivos





para mantener una fuerza de laminado constante sobre el material en tira que pasa por el último bastidor, sin que importen las variaciones en la tensión entre los dos últimos bastidores.

5 2ª.- Un sistema de control según la reivindicación 1ª, caracterizado en que el dispositivo para mantener una fuerza de laminado constante comprende un cilindro hidráulico.

10 3ª.- Un sistema de control según la reivindicación 2ª, caracterizado en que incluye una celda de carga para medir la fuerza real de laminado ejercida por el último bastidor y para producir una señal eléctrica proporcional a la misma; dispositivos para comparar la señal eléctrica proporcional a la fuerza real de laminado con-
15 tra una señal eléctrica de referencia para con ello derivar una señal de error, y dispositivos responsivos a la señal de error para variar la presión ejercida por el cilindro hidráulico.

20 4ª.- Un sistema de control según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado en que incluye un tensiómetro para medir la tensión de la tira en el material en tira que está siendo laminado entre los dos últimos bastidores en el tren de laminación en tándem, produciendo el tensiómetro una tercera señal
25 eléctrica proporcional a la tensión real entre los dos

18-9-73



últimos bastidores; dispositivos para comparar la tercera señal eléctrica contra una cuarta señal eléctrica proporcional a la tensión deseada y contra la señal de error proporcional a una desviación en el calibre de salida
5 en relación con un calibre deseado para derivar una segunda señal de error, y dispositivos para controlar la velocidad del último bastidor como función de la magnitud de la segunda señal de error.

5ª.- Un sistema de control según la reivindicación 4ª, caracterizado por dispositivos para comparar
10 la segunda señal de error contra una señal maestra de velocidad para derivar una señal final de error para controlar la velocidad del último bastidor.

6ª.- Un sistema de control según la reivindicación 5ª, caracterizado por dispositivos para controlar
15 la abertura entre rodillos en el primer bastidor como función del calibre real medido, de salida, en el primer bastidor del tren de laminación en tándem.

7ª.- Un método para controlar el calibre de
20 material de tira metálica laminado en un tren de laminación en tándem, en el cual el calibre final de salida del material que sale del tren es controlado mediante el control de la tensión entre los dos últimos bastidores en el tren, comprendiendo el método los pasos de: medir
25 el calibre real del material en tira que sale del último





5 bastidor del tren y para producir una primera señal eléctrica proporcional al mismo; comparar la primera señal eléctrica contra una segunda señal eléctrica proporcional al calibre deseado en la salida para derivar una
10 señal de error cuando los calibres deseado y real no son los mismos; variar la velocidad del último bastidor como función de la señal de error para con ello variar la tensión entre los dos últimos bastidores y variar el calibre real de salida hasta que los calibres deseado y real en
15 la salida sean los mismos y la señal de error sea de cero y, mantener una fuerza constante de laminado sobre el material en tira que pasa por el último bastidor, sin que importen las variaciones en la tensión entre los dos últimos bastidores.

15 8ª.- Un método según la reivindicación 7ª, caracterizado por el paso de medir la fuerza real de laminado del último bastidor utilizando una celda de carga y que incluye controlar la fuerza de laminado en el último bastidor con un cilindro hidráulico.

20 9ª.- Un sistema de control para un tren de laminación en tándem.

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



18-9-73



Esta Memoria consta de diecisiete hojas escritas a máquina por una sola de sus caras.

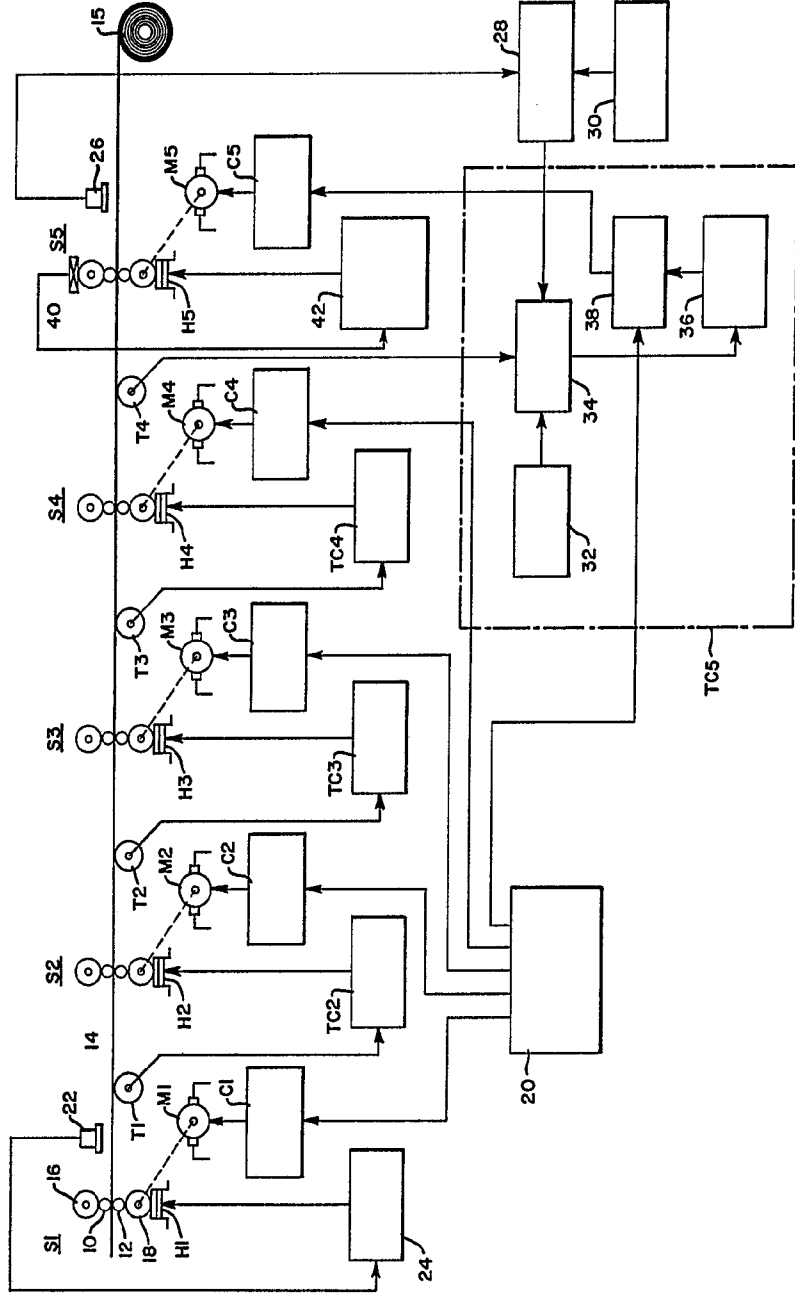
2.

Madrid,

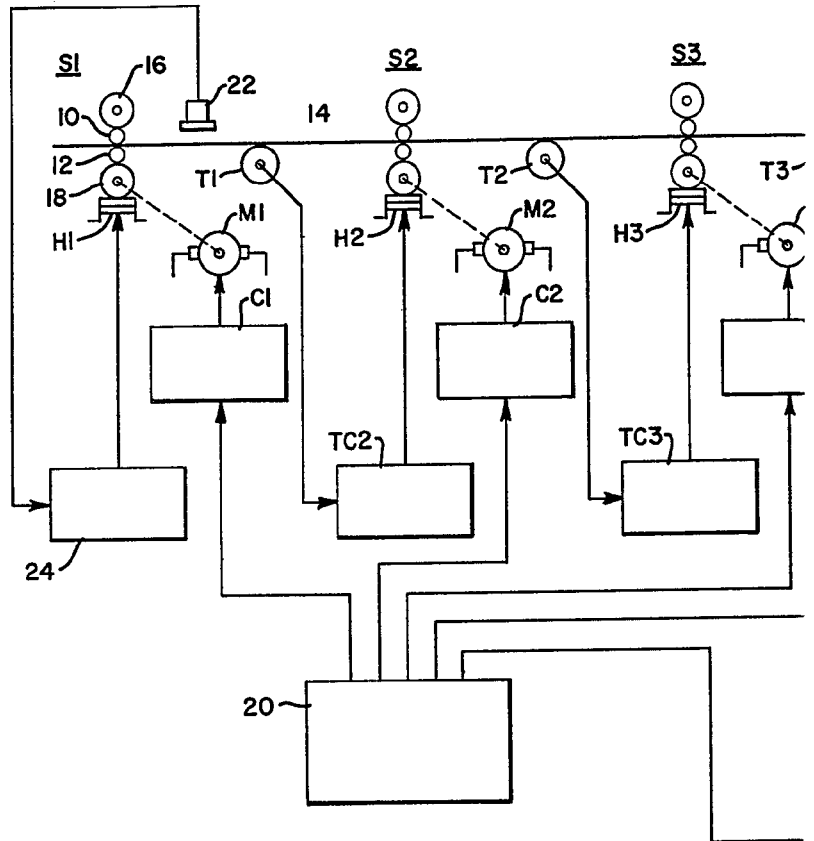
P.A.

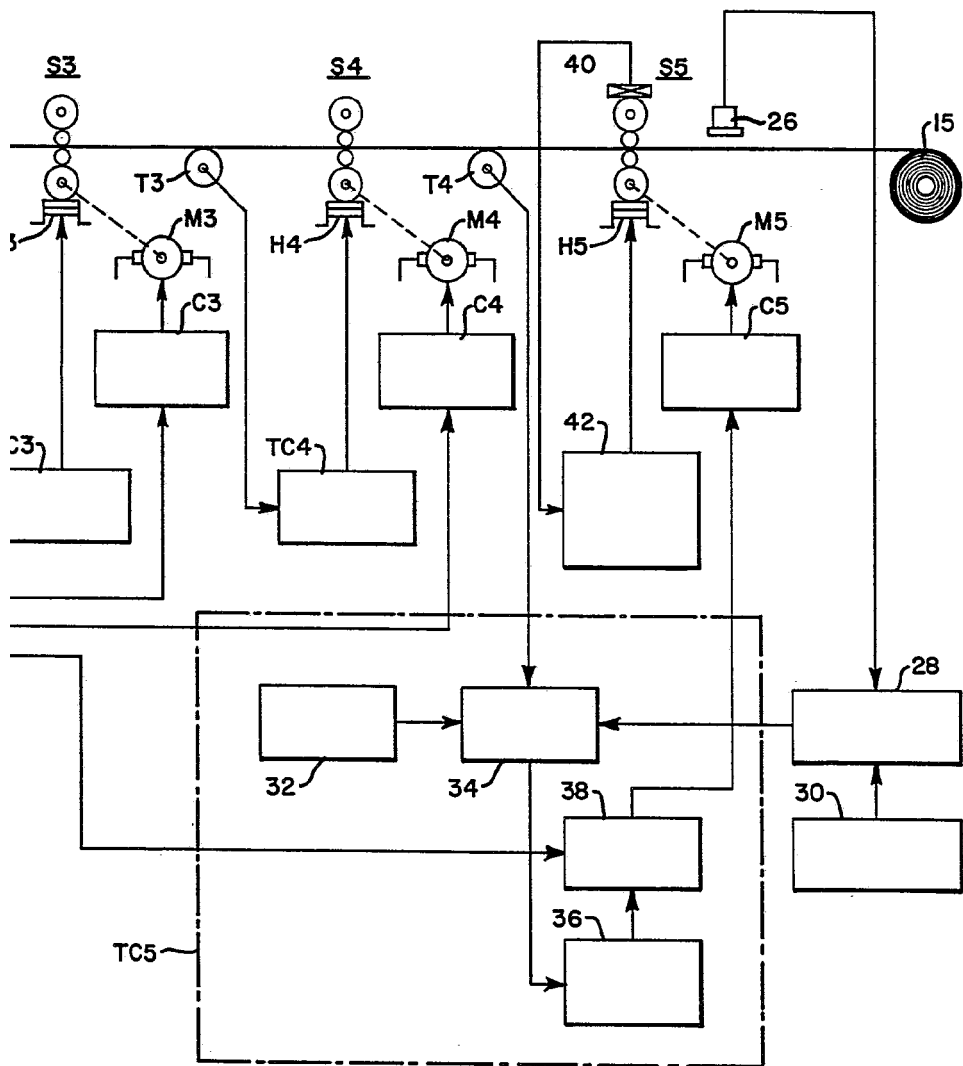
Aira





Handwritten signature or initials.





Handwritten signature or initials.