

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

Registro de la Propiedad Industrial



ESPAÑA

19 ES	11 NUMERO	10 A1
	21	
	22 FECHA DE PRESENTACION	
		9.4.79

PATENTE DE INVENCION

Concedido el Registro de acuerdo con los datos que figuran en la presente descripción y según el contenido de la Memoria adjunta.

20 PRIORIDADES:		
21 NUMERO	22 FECHA	23 PAIS
P 28 15 341.5	10 de Abril de 1.978	República Federal Alemana
47 FECHA DE PUBLICIDAD	51 CLASIFICACION INTERNACIONAL	63 PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
	B21B 37/06	
54 TITULO DE LA INVENCION		
Procedimiento y sistema de circuitos para la regulación de la fuerza longitudinal en un material a laminar entre bastidores de un tren de laminación continuo con accionamientos individuales.		
71 SOLICITANTE (S)		
BBC AKTIENGESELLSCHAFT BROWN, BOVERI & CIE.		
DOMICILIO DEL SOLICITANTE		
Baden, Suiza.		
73 INVENTOR (ES)		
Ernst Wild, Dipl.-Ing.		
72 TITULAR (ES)		
74 REPRESENTANTE		
D. Jose Miguel Gómez-Acebo y Pombo.		

La invención se refiere a un procedimiento y sistema de circuitos para la regulación de la fuerza longitudinal en un material a laminar, entre bastidores de laminación de un tren de laminación continuo con accionamientos individuales.

5. En un tren de laminación continuo con accionamientos individuales el material a laminar se encuentra simultáneamente en varios bastidores de laminación y va pasando por estos sucesivamente, efectuándose en cada bastidor una determinada disminución por pasada, es decir una reducción de la sección transversal del material. Los distintos bastidores de laminación están acoplados mecánicamente uno con otro a través del material a laminar. Los números de revoluciones de los accionamientos de los bastidores de laminación tienen que adecuarse entre sí de tal manera que no se produzcan fuerzas de tracción o compresión en el material, o bien que se mantenga una fuerza de tracción o compresión predeterminada. Así pues tienen que mantenerse durante la pasada del material a laminar las fuerzas longitudinales predeterminadas una vez, pudiendo presentar estas fuerzas longitudinales un valor determinado o también el valor cero.

10.

15.

20.

La exención de tracción y compresión se origina, al tratarse de material a laminar delgado, mediante formación intencionada de un bucle de material entre dos bastidores de laminación. Una regulación de bucle regula los números de revoluciones de los bastidores de laminación de tal manera que se sigue produciendo el bucle. Sin embargo esto ya no es posible al tratarse de material con secciones transversales grandes.

25.

Una compresión demasiado alta en el material a laminar dá lugar entonces a una rotura lateral del material. Una tracción demasiado alta dá lugar a una contracción del material y tiene como consecuencia de modo desventajoso tolerancias de sec-

30.

ción transversal demasiado grandes.

5. Un conocido "dispositivo sincronizador para el accionamiento de varios motores de un tren de laminación continuo" (DE-PS 1 201 466) ajusta con la entrada del material a laminar en los bastidores de laminación un sistema del número de revoluciones entre los bastidores, exento de fuerza longitudinal en éste instante, sirviendo como valor de referencia para la esencia de fuerza longitudinal en el material a laminar las corrientes de inducido de los respectivos accionamientos.
10. Otro conocido "Dispositivo para la adecuación recíproca de los números de revoluciones de accionamiento de un tren de laminación de varios bastidores con accionamientos individuales" (DE-AS 2 413 492) emplea como medida para las fuerzas longitudinales en el material a laminar variaciones del momento de accionamiento en el bastidor con material ya introducido.
15. En éstos conocidos dispositivos es desventajoso el que el sistema de número de revoluciones del tren de laminación una vez ajustado no se varia cuando debido a magnitudes perturbadoras, por ejemplo desviaciones de la sección transversal del material en la entrada, aparecen fuerzas longitudinales durante el paso del material a laminar. En especial los valores de referencia, la corriente de inducido o el momento de accionamiento, considerado sobre intervalos de tiempos largos, dependen mucho de la temperatura del material a laminar, como para que puedan servir como medida para una regulación de la fuerza longitudinal durante todo el tiempo de paso del material.
- 20.
- 25.
30. Por éste motivo según otro conocido "Procedimiento para la regulación de trenes de laminación de trabajo continuo" (DE-AS 1 279 589), se propone como valor de referencia para una

regulación de la fuerza longitudinal independiente de la temperatura, el cociente de dividir el momento de rotación del cilindro entre la fuerza de compresión de los cilindros.

5. Sin embargo en éste conocido procedimiento es desventajoso que la medición de la fuerza de compresión de los cilindros es muy costosa y las instalaciones ya existentes no pueden acondicionarse bien para ello. Además de esto el cociente de los cilindros varia debido a las desviaciones de la sección transversal del material, de manera que éste cociente solo puede emplearse condicionadamente como medida para una regulación de la fuerza longitudinal.

10. La invención se fundamenta en el cometido de desarrollar un procedimiento para la regulación de la fuerza longitudinal entre bastidores de laminación de un tren de laminación continuo con accionamientos individuales, con cuya ayuda pueden adecuarse entre sí los números de revoluciones de los bastidores de laminación durante todo el paso del material a laminar, de tal manera que no surge ninguna fuerza longitudinal o bien surge una fuerza longitudinal definida y constante entre los bastidores.

20. Por lo demás es cometido de la invención desarrollar un sistema de circuitos para la ejecución de éste procedimiento.

25. Este cometido se soluciona según la invención porque se mide la velocidad del material a laminar en el lado de salida de un bastidor de laminación, y la velocidad periférica o bien el número de revoluciones de los cilindros de éste bastidor de laminación, y se hace contribuir una magnitud de referencia para la regulación de una fuerza longitudinal determinada predeterminada un valor de enlace matemático deés-
- 30.

tos valores.

Como valor de enlace matemático puede emplearse el avance  $\chi = \frac{v-v_u}{v_u}$

5. representado  $v$  la velocidad del material en el lado de salida del bastidor de laminación y  $v_u$  la velocidad periférica del cilindro de éste bastidor de laminación.

10. Por lo demás como valor de enlace matemático puede emplearse la diferencia entre la velocidad del material en el lado de salida del bastidor de laminación y la velocidad periférica de los cilindros de éste bastidor.

15. Es empleable además como valor de enlace matemático del cociente de dividir la velocidad del material en el lado de salida del bastidor de laminación entre la velocidad periférica de los cilindros de éste bastidor.

En las reivindicaciones secundarias se indican ventajosos perfeccionamientos de la invención y las disposiciones del sistema de circuitos para la ejecución del procedimiento.

20. Las ventajas vinculadas a la invención consisten especialmente en que puede regularse independientemente de la temperatura e independientemente de la sección transversal del material, la fuerza longitudinal predeterminada del material entre los bastidores de laminación durante su paso por el tren de laminación. Esto tiene como consecuencia ventajosamente pequeñas tolerancias de la sección transversal del material laminado.

25. A continuación se aclaran a base de los dibujos el procedimiento según la invención y ejemplos de ejecución para éste.

30. La figura 1 muestra un sistema de circuitos según la

invención para la regulación de la fuerza longitudinal,

La figura 2 muestra un sistema de circuitos con una disposición alternativa,

La figura 3 y 4 muestran posibilidades de acoplamiento entre las distintos sistemas de regulación de los bastidores de laminación.

En la figura 1 se representa un sistema de circuitos según la invención para la regulación de la fuerza longitudinal entre bastidores de laminación de un tren de laminación continuo con accionamientos individuales. Del tren de laminación mismo se muestran aquí por ejemplo dos bastidores de laminación 1 y 2 con accionamientos individuales 3 y 4 respectivamente. El tren de laminación puede presentar una cantidad cualquiera de otros bastidores de laminación.

El material a laminar 5 pasa por los distintos bastidores de laminación 1 y 2, experimentado en cada bastidor 1 y 2 una disminución de su sección transversal y un aumento de su velocidad de salida. Las secciones transversales del material 5 antes del bastidor 1, después del bastidor 1 y después del bastidor 2 están designadas con  $A_0$ ,  $A_1$  y  $A_2$ . Las velocidades de salida del material 5 antes del bastidor 1 después del bastidor 1 y después del bastidor 2 están designadas con  $v_0$ ,  $v_1$  y  $v_2$ .

Los accionamientos individuales 3 y 4 tienen los números de revoluciones  $n_1$  y  $n_2$  respectivamente y presentan motores de accionamiento 6 y 7 respectivamente así como generadores tacométricos 8 y 9 respectivamente. Las velocidades periféricas de los cilindros de los accionamientos individuales 3 y 4 están designadas con  $v_{u1}$  y  $v_{u2}$  respectivamente. Los motores de accionamiento 6 y 7 se alimentan a través de recti-

ficadores de corriente 10 y 11 respectivamente. Para la medición de la corriente del motor están dispuestos transformadores de corriente 12 y 13 en cada caso entre el motor de accionamiento 6 y el rectificador de corriente 10, y entre el motor de accionamiento 7 y el rectificador 8 respectivamente. Para la medición de la velocidad del material 5 existen aparatos medidores de velocidad 14 15 delante del bastidor 1 detrás del bastidor 1 y detrás del bastidor 2.

Los transformadores de corriente 12 y 13 están enlazados en cada caso con reguladores de corriente 17 y 18, estando alimentadas las señales de corriente  $I_1$  e  $I_2$  a los reguladores de corriente 17 y 18, con signo negativo. Los generadores tacométricos 8 y 9 están conectados con reguladores del número de revoluciones 19 y 20, efectuándose así mismo una alimentación negativa de las correspondientes señales, que son aquí las señales de número de revoluciones  $n_1$  y  $n_2$  respectivamente.

Las salidas de los reguladores de número de revoluciones 19 y 20 están aplicadas a entradas de los reguladores de corriente 17 y 18. En el lado de salida los reguladores de corriente 17 y 18 van a los rectificadores de corriente 10 y 11 respectivamente.

Las señales del número de revoluciones  $n_1$  y  $n_2$  actúan además a formadores de valor real de avance 21 y 22 respectivamente. Estos formadores de valor real 21 y 22 obtienen en el lado de entrada además señales de velocidad  $v_1$  y  $v_2$  de los aparatos medidores de velocidad 15 y 16 respectivamente. En el lado de salida de las señales  $\chi_{real 1}$  y  $\chi_{real 2}$  de los formadores de valor real 21 y 22, se llevan a almacenamiento 23 y 24 respectivamente. Por los demás las señales de salida  $\chi_{real 1}$  y  $\chi_{real 2}$  de los formadores de valor real

21 y 22, están aplicadas negativamente a lugares de adición 25 y 26 respectivamente.

5. Los almacenamientos 23 y 24 están enlazados en el lado de salida con formadores de valor teórico de avance 27 y 28 respectivamente. Las señales de salida  $X_{\text{teórico } 1}$  y  $X_{\text{teórico } 2}$  de estos formadores de valor teórico 27 y 28 activan a los lugares de adición 25 y 26 respectivamente. Los formadores de valor teórico 27,28 presentan en cada caso otra entrada para la corrección de las señales de entrada.

10. Las señales de salida de los lugares de adición 25 y 26 se conducen a reguladores de fuerza longitudinal 29 y 30 respectivamente. Los valores de salida de los reguladores de fuerza longitudinal 29 y 30 están aplicados a entradas de los reguladores del número de revoluciones 19 y 20 respectivamente.

15. Los componentes y enlaces representados de trazos en la figura 1 no se toman de momento en consideración para la descripción del funcionamiento de la disposición de circuitos según la invención.

20. En el procedimiento según la invención y en las disposiciones de circuitos para él se utiliza el avance  $\gamma$  como magnitud de referencia para una regulación de la fuerza longitudinal. El avance mismo se calcula a partir de las magnitudes velocidad de salida  $v$  del material de laminación 5 detrás de un bastidor de laminación 1 ó bien 2 y velocidad periférica  $v_u$   
25. del cilindro mismo, y se definen:

$$\gamma = \frac{v_{\gamma} - v_u \gamma}{v_u \gamma}, \text{ siendo}$$

$\gamma = 1, 2, 3, \dots$

30.  $v_{\gamma} =$  velocidad de salida del material de laminación 5, por ejemplo  $v_1, v_2, \dots$

$v_u$  = velocidad periférica del cilindro del accionamiento individual por ejemplo

$v_{u1}, v_{u2}, \dots$

Otras posibilidades definiciones del avance son

5.

$$\chi = v_\gamma - v_{u\gamma}$$

o también

$$\chi = \frac{v_\gamma}{v_{u\gamma}}$$

10.

A continuación se aclara porque puede servir el avance  $\chi$  como medida para la fuerza longitudinal. Al pasar el material 5 por el tren de laminación, es válida en cada lugar la ley de la constancia de volumen para el material 5, es decir durante un determinado instante  $t = t_0$  el producto de la velocidad de salida  $v$  y la sección transversal del material  $A$  es constante en cada lugar del material 5 (siendo  $\gamma = 1, 2, 3, \dots$ ), o sea

15.

$$v_1 \cdot A_1 : v_2 \cdot A_2 = v_3 \cdot A_3 = v_\gamma \cdot A_\gamma = \text{constante}$$

20.

Si por ejemplo el número de revoluciones  $n_1$  del bastidor de laminación 1 es demasiado pequeño, aparecen fuerzas longitudinales en el material 5 que tiran del material 5 con mayor avance  $\chi$  sacándole del bastidor de laminación 1, o bien contraen allí la sección transversal del material 5 según la ley de la constancia de volumen. A consecuencia de esto aumenta el adelanto  $\chi$  al haber fuerzas de tracción entre los dos bastidores de laminación e inversamente disminuye al haber fuerzas de compresión entre dos bastidores de laminación.

25.

La velocidad periférica de los cilindros  $v_u$  se determina a partir de los números de revoluciones  $n$  de los accionamientos individuales averiguados por los generadores tacométricos 8 y 9:

30.

$$v_{u\gamma} = 2\pi \cdot r_{\gamma} \cdot n_{\gamma}$$

siendo

$r_{\gamma}$  = radio del cilindro de accionamiento individual

$n_{\gamma}$  = número de revoluciones del accionamiento individual.

5.

Para el procedimiento según la invención o bien las disposiciones de circuitos para él no tiene importancia el lugar del cilindro en el que se determina la velocidad periférica  $v_{u\gamma}$  o bien se averigua a través del número de revoluciones  $n_{\gamma}$ , ya que para la regulación no son decisivos en última instancia los valores absolutos sino las variaciones de éstos valores.

10.

Especialmente al tratarse de cilindros calibrados en

los que no es posible, o es posible con dificultad, la indicación de una inequívoca velocidad periférica  $v_u$ , el radio  $r$  del cilindro del accionamiento individual puede elegirse de manera que en el intervalo de tiempo antes de la entrada del material en el siguiente bastidor de laminación se produzcan valores iguales para la velocidad periférica del cilindro y la velocidad de salida del material de éste cilindro. Este proceder es naturalmente también posible al tratarse de cilindros no calibrados.

15.

20.

La velocidad de salida  $v_{\gamma}$  del material 5 se determina

mediante los aparatos medidores de velocidad 14,15,16. Como aparato medidor de velocidad preciso puede emplearse por ejemplo un medidor de velocidad laser sin contacto, o también un medidor de velocidad de correlación sin contacto.

25.

Un medidor de velocidad laser es conocido por ejemplo

bajo la denominación Laser-Velemeter de la metalurgica de medición 5802 Wetter (Ruhr), Friedrichstrasse 40. La medición

30.

de la velocidad se efectúa aquí según el procedimiento duplica

dor de diferencia, es decir se aprovecha el efecto duplicador que origina el material movido.

5. Un medidor de velocidad de correlación es conocido por ejemplo por el apunte tecnico TU 22 del Trindel, Siege Social 44, Rue de Lisbonne 7500\_ Paris. La medición de la velocidad se basa aquí en el principio de la intercorrelación óptica. Para esto se parte de que la superficie de un material presenta irregularidades que pueden abarcarse y analizarse por un sistema óptico, es decir puede emplearse para la medición de la velocidad la característica de la radiación propia del material de laminación que se mueve.

10. La formación de los valores reales de avance  $X_{real 1}$  y  $X_{real 2}$  se efectúa mediante los formadores de valor real de avance 21 y 22 a partir de las señales del número de revoluciones  $n_1$  y  $n_2$  y las señales de velocidad de salida  $v_1$  y  $v_2$ , introducidas. En los formadores de valor real 21 y 22 se calculan los valores reales del avance  $X_{real 1}$  y  $X_{real 2}$ , por ejemplo de la fórmula.

20. 
$$X_{real \gamma} = \frac{v_{\gamma} - v_{u\gamma}}{v_{u\gamma}} \quad (\gamma = 1, 2.)$$

25. Los valores reales del avance  $X_{real 1}$  y  $X_{real 2}$  formados para el intervalo de tiempo antes de la entrada del material 5 en el siguiente bastidor de laminación se conducen a los almacenamientos 23 y 24 y sirven luego como valores teóricos del avance  $X_{teorico 1}$  y  $X_{real 2}$  para la ulterior regulación de las fuerzas longitudinales en el material 5 durante todo su paso por el tren de laminación.

30. Para esta finalidad los almacenamientos 23 y 24 transmiten estos valores del avance a los formadores de valor teórico 27 y 28 respectivamente, pudiendo añadirse en los formadores de

- valor teórico ciertas magnitudes de corrección que corresponden a una fuerza longitudinal predeterminada. En los lugares de adición 25 y 26 se forman las diferencias entre los valores teóricos y los respectivos valores reales del avance  $\chi_{\text{teórico}}$  y  $\chi_{\text{real}}$  y se conducen a los reguladores de fuerza longitudinal 29 y 30, respectivamente. Es también posible conducir directamente los valores almacenados para el avance  $\chi$  desde los almacenamientos 23 y 24 a los lugares de adición 25 y 26 cuando deba laminarse sin fuerza longitudinal.
- 5.
10. Los reguladores de fuerza longitudinal 29 y 30 y los reguladores de número de revoluciones 19 y 20 posconectados, transforman las variaciones de adelanto en variaciones del número de revoluciones, es decir se origina una variación de los cocientes de número de revoluciones  $n_1/n_2$ . Para esta finalidad están aplicados negativamente en los reguladores de número de revoluciones 19 y 20, junto a las señales de corrección de los reguladores de fuerza longitudinal 29 y 30, los números de revoluciones  $n_1$  y  $n_2$  respectivamente.
- 15.
20. Las señales de salida de los reguladores de número de revoluciones 19 y 20 actúan sobre reguladores de corriente 17 y 18 respectivamente, subordinados. Los reguladores de corriente 17 y 18 gobiernan a los rectificadores 10 y 11 en dependencia de las corrientes de motor  $I_1$ ,  $I_2$  que fluyen y de las señales de salida de los reguladores del número de revoluciones 19 y 20.
- 25.
30. A continuación se considera el sistema de circuitos de la figura 1 ampliado en los componentes y enlaces representados de trazos. Las señales de número de revoluciones  $v_0$  y  $v_1$  de los medidores de velocidad 14 y 15 se conducen aquí a un formador de disminución por pasada 31, mientras que las señales

de número de revoluciones  $v_1$  y  $v_2$  de los medidores de velocidad 15 y 16 activan a un formador de disminución por pasada 32. Estos formadores de disminución por pasada 31 y 32 están enlazados en el lado de salida con los almacenamientos 23 y 24 y los formadores de valor teórico de adelanto 27 y 28 respectivamente. El resto del sistema de circuitos de la figura 1, ya descrito, no varía.

Mediante la inclusión de los formadores de disminución por pasada 31 y 32 se tiene en cuenta el hecho de que el adelanto  $\gamma$  es dependiente de la sección transversal del material de laminación 5 entrante, es decir se abarcan variaciones de la sección transversal del material que surgen durante el paso del material 5 por el tren de laminación y se incluyen en la regulación estas variaciones de la sección transversal del material.

La disminución por pasada  $\delta$  se define

$$\delta_{\gamma} = \frac{A_{\gamma-1} - A_{\gamma}}{A_{\gamma-1}}$$

siendo  $\gamma = 1, 2, 3, \dots$

En virtud de la constancia de volumen ya mencionada la disminución por pasada  $\delta$  puede también formularse

$$\delta = \frac{v_{\gamma} - v_{\gamma-1}}{v_{\gamma}}$$

La disminución por pasada es pues dependiente de la velocidad del material a laminar al entrar y al salir de los cilindros.

La disminución por pasada  $\delta_{\gamma}$  se calcula por los formadores de disminución por pasada 31 y 32. Para esta finalidad están aplicadas al formador de disminución por pasada 31 las señales de velocidad  $v_0$  y  $v_1$  y al formador de disminución por

pasada- 32 las señales de velocidad  $v_1$  y  $v_2$ .

5. La disminución por pasada  $\delta$  se conduce en el bastidor de laminación siguiente en cada caso, a los almacenamientos correspondientes 23 y 24 en el intervalo de tiempo antes de la entrada del material a laminar 5. Una variación de la disminución por pasada  $\delta$  durante el paso del material 5 por el tren de laminación se transmite inmediatamente a los formadores de valor teórico de adelanto 27 y 28 respectivamente. De éste modo, es decir mediante corrección del valor de adelanto
10.  $\tau$  dependiente de la disminución por pasada, se elimina la influencia perturbadora de la disminución por pasada  $\delta$  sobre el adelanto  $\tau$ , que se emplea como medida para la fuerza longitudinal.

15. Otra posibilidad de incluir una variación de la sección transversal del material 5 en la regulación de la fuerza longitudinal, es la medición directa de la sección transversal del material 5 en la respectiva entrada en un bastidor de laminación 1 ó bien 2. Ya que en el proceso de laminación las variaciones de la sección transversal se dejan notar preferentemente en una variación de la longitud de una de las dimensiones
20. del material 5, mediante una medición sin contacto y continua de esta longitud pueden sacarse conclusiones sobre la sección transversal del material. Para medir la longitud de una dimensión del material de laminación 5 son apropiadas por ejemplo
25. las denominadas cámaras de hileras de diodos.

Por lo demás para determinar las variaciones de sección transversal surgidas del material, pueden emplearse otros procedimientos generalmente conocidos, por ejemplo el procedimiento de corrientes parásitas.

30. En la figura 2 se representa un sistema de circuitos

5. alternativo para la regulación de la fuerza longitudinal entre bastidores de laminación de un tren de laminación continuo con accionamientos individuales. A diferencia del sistema de la figura 1, aquí los valores de salida de los reguladores de fuerza longitudinal 29 y 30, no se conducen directamente a las entradas de los reguladores de número de revoluciones 19 y 20, sino que son reguladores de velocidad 33 y 34 respectivamente. En el lado de entrada están aplicadas en forma negativa a los reguladores de velocidad 33 y 34 las señales de velocidad  $v_1$  y  $v_2$ , respectivamente. En el lado de salida los reguladores de velocidad 33 y 34 activan a los reguladores de número de revoluciones 19 y 20 respectivamente.

10. El restante conexasiónado del sistema de la figura 2, es como se ha descrito para la figura 1. Especialmente es también posible en el sistema de reguladores de la figura 2, una corrección opcional del adelanto  $\gamma$  a través de los formadores de disminución por pasada 31 y 32 (representado de trazos)

15. Mediante la utilización de los reguladores de velocidad 33 y 34 los números de revoluciones  $n_1$  y  $n_2$  de los bastidores de laminación 1 y 2 no se regulan solo en dependencia del adelanto  $\gamma$ , sino también en dependencias de las velocidades en el lado de salida  $v_1$  y  $v_2$  del material laminado 5. Los números de revoluciones  $n_1$  y  $n_2$  se gradúan de tal manera que en la salida del material 5 de los cilindros se establecen los valores de velocidad  $v_1$  y  $v_2$  prescritos. El valor teórico de velocidad para el bastidor de laminación 1 se forma aquí por ejemplo mediante una regulación de adelanto superpuesta, de manera que el valor de adelanto  $\gamma$  medido y almacenado en el siguiente bastidor de laminación 2 un poco antes de que entre el material 5, se regula a un valor que corresponde a una fuerza longitu-

dinal predeterminada entre el bastidor de laminación 1 y el bastidor de laminación 2 siguiente. Este valor de adelanto puede corregirse al variar las disminuciones por pasada  $\delta$ . Esto mismo es válido en éste sentido para el otro bastidor de laminación 2 y los siguientes, de manera que una vez que ha pasado el material laminado 5 por todo el tren de laminación resultan pequeñas tolerancias de la sección transversal del material 5.

5.

En las figuras 3 y 4 se representan posibilidades de acoplamiento entre distintos sistemas de regulación de bastidores de laminación entre sí, y concretamente la figura 3 muestra una posibilidad de acoplamiento para el sistema de circuitos de la figura 1 y la figura 4 una posibilidad de acoplamiento para el sistema de circuitos de la figura 2.

10.

En la figura 3 se representa un tren de laminación continuo con los bastidores de laminación 1 y 2 así como otros bastidores de laminación 35 y 36. Cada bastidor de laminación presenta el sistema de regulación descrita en particular en la figura 1. De éstos sistemas de regulación se muestran para simplificar únicamente los reguladores de número de revoluciones 19 y 20, así como otros reguladores de número de revoluciones 37,38 y los reguladores de fuerza longitudinal 29,30 así como los otros reguladores de fuerza longitudinal 39,40.

15.

20.

Los distintos sistemas de regulación de los bastidores de laminación 1,2,35,36, están enlazadas entre si a través de acopladores 41,42 y 43. Para la conexión de los acopladores, los enlaces entre los reguladores de número de revoluciones y los reguladores de fuerza longitudinal presentan en cada caso lugares de adicción.

25.

En particular la señal de salida del regulador de fuerza longitudinal 29 se conduce a un lugar de adicción 44 que en

30.

el lado de entrada está enlazado además con el acoplador 41 y en el lado de salida con el regulador de número de revoluciones 19.

5. El acoplador 41 está aplicado además a un lugar de adicción 45 que en el lado de entrada está activado con señales del regulador de fuerza longitudinal 30 y del acoplador 42, en el lado de salida está aplicado al regulador de número de revoluciones 20.

10. El acoplador 42 está enlazado con un lugar de adicción 46 al que se conducen los valores de salida del regulador de fuerza longitudinal 39 y el regulador 43 y que active el regulador de número de revoluciones 7. El acoplador 43 está enlazado en un lugar de adicción 47 al que están aplicados en el lado de entrada el regulador de fuerza longitudinal 40 y en el lado de salida el regulador de número de revoluciones 38.

15. En la figura 4 se representa una posibilidad de acoplamiento entre las distintos sistemas de regulación de bastidor de laminación, correspondientemente a la figura 2. En contraposición al sistema que se muestra en la figura 3, los lugares de adicción se hallan aquí entre los reguladores de fuerza longitudinal y los reguladores de velocidad.

20. En particular se representa en la figura 4, los bastidores de laminación, y los respectivos reguladores de velocidad pertenecientes a sus sistemas de regulación, así como los reguladores de fuerza longitudinal. El restante conexionado que no se muestra, es como el descrito en la figura 2. Entre los sistemas de regulación de los distintos bastidores de laminación están dispuestos los acoplamientos 41, 42 y 43.

25. El regulador de fuerza longitudinal 29 y el acoplador 30. 41 están enlazados con un lugar de adicción 50 que en el lado de salida está aplicado al regulador de velocidad 33. Al acopla

dor 42 y que en el lado de salida esté aplicado al regulador de velocidad 34.

5. El acoplador 42 está enlazado además con un lugar de adición 52 al que se conducen en el lado de entrada las señales del regulador de fuerza longitudinal 39 y del acoplador 43, y que en el lado de salida está aplicado al regulador de velocidad 48. El acoplador 43 está además enlazado con un lugar de adición 53 al que está aplicada en el lado de entrada la señal del regulador de fuerza longitudinal 40 y en el lado de salida activa al regulador de velocidad 43.

10. La inclusión de estos acopladores 41,42,43 en cada caso en los sistemas de regulación asociadas a los bastidores de laminación 1,2,35,36 no es absolutamente necesaria, pero contribuye a mejorar el comportamiento de regulación de toda la instalación. Al aparecer una fuerza longitudinal inadmisibles entre los bastidores de laminación, por ejemplo entre los bastidores 35 y 36, si no existen los acopladores 41,42,43 los números de revoluciones de los cilindros de estos bastidores de laminación 35 y 36, variarían en verdad de manera que resultaría la fuerza longitudinal prescrita entre los bastidores 35 y 36, pero sin embargo como consecuencia de ello resultaría una fuerza longitudinal inadmisibles entre los otros bastidores de laminación 1,2 y entre los 2 y 35.

20. Esto tendría como consecuencia que habrían de variarse también los números de revoluciones de estos bastidores de laminación, lo cual sin embargo repercutiría por su parte sobre los números de revoluciones ya regulados de los bastidores de laminación 35 y 36. Hasta lograr el ajuste de la fuerza longitudinal prescrita entre todos los bastidores tendrían lugar una multiplicidad de procesos de regulación, lo cual trae con-

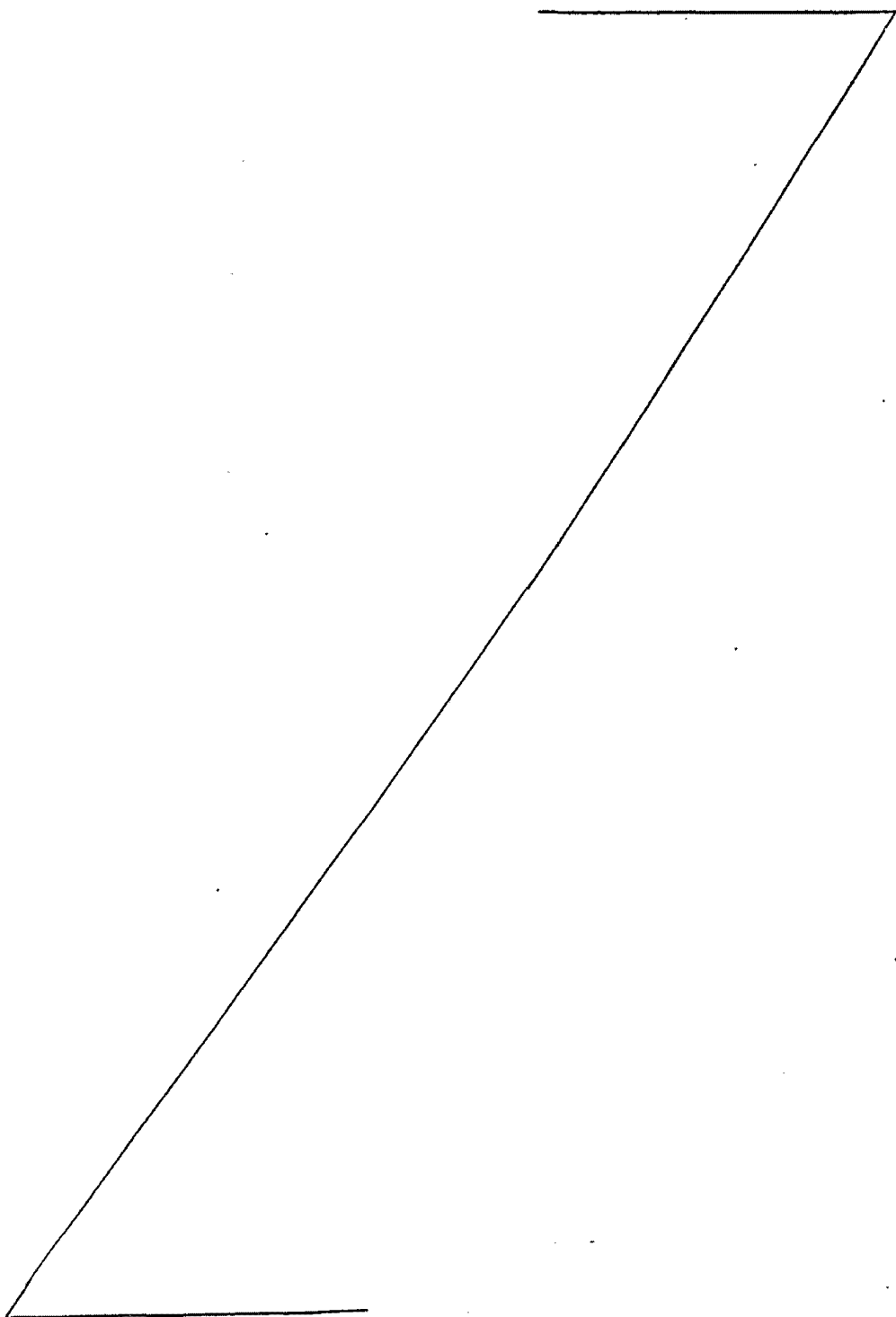
sigo la desventaja de que el material a laminar 5 durante este intervalo de tiempo no podría laminarse en forma óptima, es decir con fuerza longitudinal prescrita.

5. Mediante inclusión de los elementos de scoplo 41,42, 43 se elimina esta desventaja. Si aparece ahora por ejemplo una fuerza longitudinal inadmisibile entre los bastidores de laminación 35 y 36, no solo se varían los números de revoluciones de los bastidores de laminación 35 y 36 correspondientemente, sino que al mismo tiempo se regulan también a través de los elementos de scoplo, 41,42,43 los números de revoluciones de todos los bastidores que hay antes del bastidor de laminación 35, de manera no se producen ninguna fuerza longitudinal inadmisibile.

15. Con el sentido de acción indicado en las figuras 3 y 4, entre los lugares de adición 44,45,46,47 y los scopladores 41,42,43 (figura 3) así como entre los lugares de adición 50, 51,52,53 y los scopladores 41,42,43 (figura 4) se comunica pues una variación de fuerza de tracción entre dos bastidores de laminación a todos los reguladores de los bastidores de laminación que se hallan delante, es decir se varían los números de revoluciones de todos los bastidores de laminación que hay delante. Es sin embargo imaginable una inversión de éste sentido, debido a que una variación de tracción entre dos bastidores de laminación se comunica a todos los reguladores de los bastidores de laminación siguientes es decir se varían entonces los números de revoluciones de todos los bastidores de laminación siguientes.

30. Descrita suficientemente la naturaleza del invento, así como la manera de realizarlo en la práctica, debe hacerse cons-

tar que las disposiciones anteriormente indicadas son susceptibles de modificaciones de detalle en cuanto no alteren su principio fundamental.



REIVINDICACIONES

5. 1.- Procedimiento y sistema de circuitos para la regulación de la fuerza longitudinal en un material a laminar, entre bastidores de un tren de laminación continuo con accionamientos individuales, caracterizado dicho procedimiento porque se mide la velocidad del material en el lado de salida de un bastidor de laminación y la velocidad periférica o bien el número de revoluciones de los cilindros de este bastidor de laminación, y como magnitud de referencia para la regulación de una fuerza longitudinal predeterminada se hace contribuir un valor combinado matemático de estos dos valores.

15. 2.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque como valor combinado matemático se hace contribuir  $x = \frac{v - v_u}{v_u}$  representando  $v$  la velocidad del material de laminación en el lado de salida del bastidor de laminación y  $v_u$  la velocidad periférica de los cilindros de este bastidor de laminación.

20. 3.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque como valor combinado matemático se emplea la diferencia entre la velocidad del material en el lado de salida del bastidor de laminación y la velocidad periférica de los cilindros de este bastidor de laminación.

25. 4.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque como valor combinado matemático se hace contribuir el cociente de la velocidad del material en el lado de salida del bastidor de laminación y la velocidad periférica de los cilindros de este bastidor de laminación.

30. 5.- Procedimiento según o varias de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque para la formación del valor com

binado matematico, el radio de los cilindros se elige de manera que en el intervalo de tiempo antes de que entre el material en el siguiente bastidor de laminación, estando determinado el número de revoluciones de estos cilindros, resulta una velocidad periférica de los cilindros cuyo valor es igual a la velocidad del material en el lado de salida de estos cilindros.

5.

6.- Procedimiento según una o varias de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque en el intervalo de tiempo antes de entrar el material en el siguiente bastidor de laminación, se forma y almacena el valor combinado matematico y sirve como valor teórico para la siguiente regulación durante todo el paso del material.

10.

7.- Procedimiento según la reivindicación 6, caracterizado porque el valor combinado matematico almacenado se varia en una cierta cuantia que corresponde a una fuerza longitudinal pre determinada.

15.

8.- Procedimiento según las reivindicaciones 5, 6 y/o 7, caracterizado porque durante todo el paso del material, al desviar se el valor combinado matematico del valor teórico almacenado, los números de revoluciones de los cilindros de los distintos bastidores de laminación se graduan unos con otros de manera que resulta el valor teórico almacenado.

20.

9.- Procedimiento según una o varias de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque los números de revoluciones de los cilindros de los distintos bastidores de laminación se graduan mediante una regulación de adelanto superpuesta y una regulación de velocidad del material subordinada, de manera que en la salida del material de un cilindro se ajusta un valor de velocidad prescrito del material.

25.

10.- Procedimiento según una o varias de las reivindicaciones

30.

ciones anteriores, caracterizado porque el valor combinado matemático se corrige en dependencia de las variaciones de la sección transversal del material que van surgiendo.

5. 11.- Procedimiento según la reivindicación 10, caracterizado porque las variaciones de sección transversal del material que van surgiendo se determinan en virtud de mediciones de las velocidades del material al entrar en los cilindros y al salir de ellos.

10. 12.- Procedimiento según la reivindicación 11, caracterizados porque las variaciones de sección transversal del material se determinan mediante formación de la disminución por pasada según la fórmula:

$$f = \frac{v_{\sqrt{}} - v_{\sqrt{-1}}}{v_{\sqrt{}}} \quad (\text{siendo } \sqrt{=} = 1, 2, 3, \dots)$$

15. representando  $v_{\sqrt{}}$  la velocidad del material al salir de los cilindros,  $v_{\sqrt{-1}}$  la velocidad del material al entrar en los cilindros y  $f$  la disminución por pasada.

20. 13.- Procedimiento según la reivindicación 10, caracterizado porque las variaciones de sección transversal del material que van surgiendo se determinan mediante una medición directa de una magnitud del material dependiente de la sección transversal al entrar éste en los cilindros.

25. 14.- Sistemas para la ejecución del procedimiento según una o varias de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque a un formador de valor real de adelanto 21,22 de un bastidor de laminación 1,2 se conduce en el lado de entrada una señal de número de revoluciones  $n_1$ ,  $n_2$  de los cilindros y una señal de velocidad de salida  $v_1$ ,  $v_2$  del material de laminación, activando el formador de valor real de adelanto 21,22 en el lado de salida a un almacenamiento 23,24 y a un lugar de adición 30. 25,26, porque el almacenamiento 23,24 está enlazado con el lugar

- de adición 25,26 a través de un formador de valor teórico de adelanto 27,28, porque el lugar de adición 25,26 está aplicado en el lado de salida, a través de un regulador de fuerza longitudinal 29,30, a un regulador de número de revoluciones 19,20
5. al que se conduce en el lado de entrada además la señal del número de revoluciones  $n_1, n_2$  de los cilindros, y porque el regulador de número de revoluciones 19,20 interviene a través de un regulador de corriente 17,18 en el gobierno del número de revoluciones del motor de accionamiento 6,7 de los cilindros, estando aplicada al regulador de corriente 17,18 en el lado de entrada una señal de corriente  $I_1, I_2$  del motor de accionamiento 6,7.
- 10.
- 15.- Sistema según la reivindicación 14, caracterizada porque la salida del regulador de fuerza longitudinal 29,30 está enlazada con un regulador de velocidad 33,34, estando activo el regulador de velocidad 33,34 en el lado de salida además con la señal de velocidad de salida  $v_1, v_2$  y estando aplicando en el lado de salida al regulador de número de revoluciones 19, 20.
- 15.
- 16.- Sistema según las reivindicaciones 14 y/o 15, caracterizada porque un formador de disminución por pasada 31,32 está activado en el lado de entrada con señales de velocidad  $v_0, v_1; v_1, v_2$  de los cilindros, en el lado de entrada y en el lado de salida, y activa en el lado de salida al formador de valor teórico de adelanto 27,28 así como a los almacenamientos, 23, 24.
- 20.
- 25.
- 17.- Sistema según las reivindicaciones 14 y/o 16, caracterizada porque entre los reguladores de número de revoluciones 19,20,37,38 y los reguladores de fuerza longitudinal 29,30,39, 40 de cada bastidor de laminación 1,2,35, 36 está incluido un lugar de adición 44,45,46,47 que es activable con señales de
- 30.

acopladores 41,42,43 enlazando estos acopladores 41,42,43 en cada caso bastidores de laminación 1,2,35,36 contiguos de un tren de laminación continuo.

5. 18.- Sistema según las reivindicaciones 14 y/o 15 y/o 16, caracterizado porque entre reguladores de velocidad 33,34, 49,49 y reguladores de fuerza longitudinal 29,30,39,40 de cada bastidor de laminación 1,2,35,36 está incluido un lugar de adición 50,51,52,53 que es activable con señales de acopladores 41, 42,43, enlazando estos acopladores 41,42,43 en cada caso bastidores de laminación 1,2,35,36 contiguos de un tren de laminación continuo.

10. 19.- Procedimiento y sistema de circuitos para la regulación de la fuerza longitudinal en un material a laminar entre bastidores de un tren de laminación continuo con accionamientos individuales, tal y como queda sustancialmente descrito en la presente Memoria y en los dibujos adjuntos.

15. Esta Memoria consta de veinticuatro hojas, escritas a máquina por una sola cara.

Madrid, 17 MAYO 1979

BBC AKTIENGESELLSCHAFT BROWN, BOVERI & CIE.

J. M. GOMEZ ACEBO Y PONS

p. n. Firmado: J. Suarez Diaz

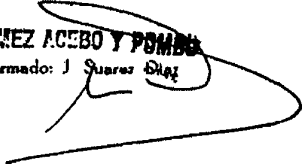


Fig. 1

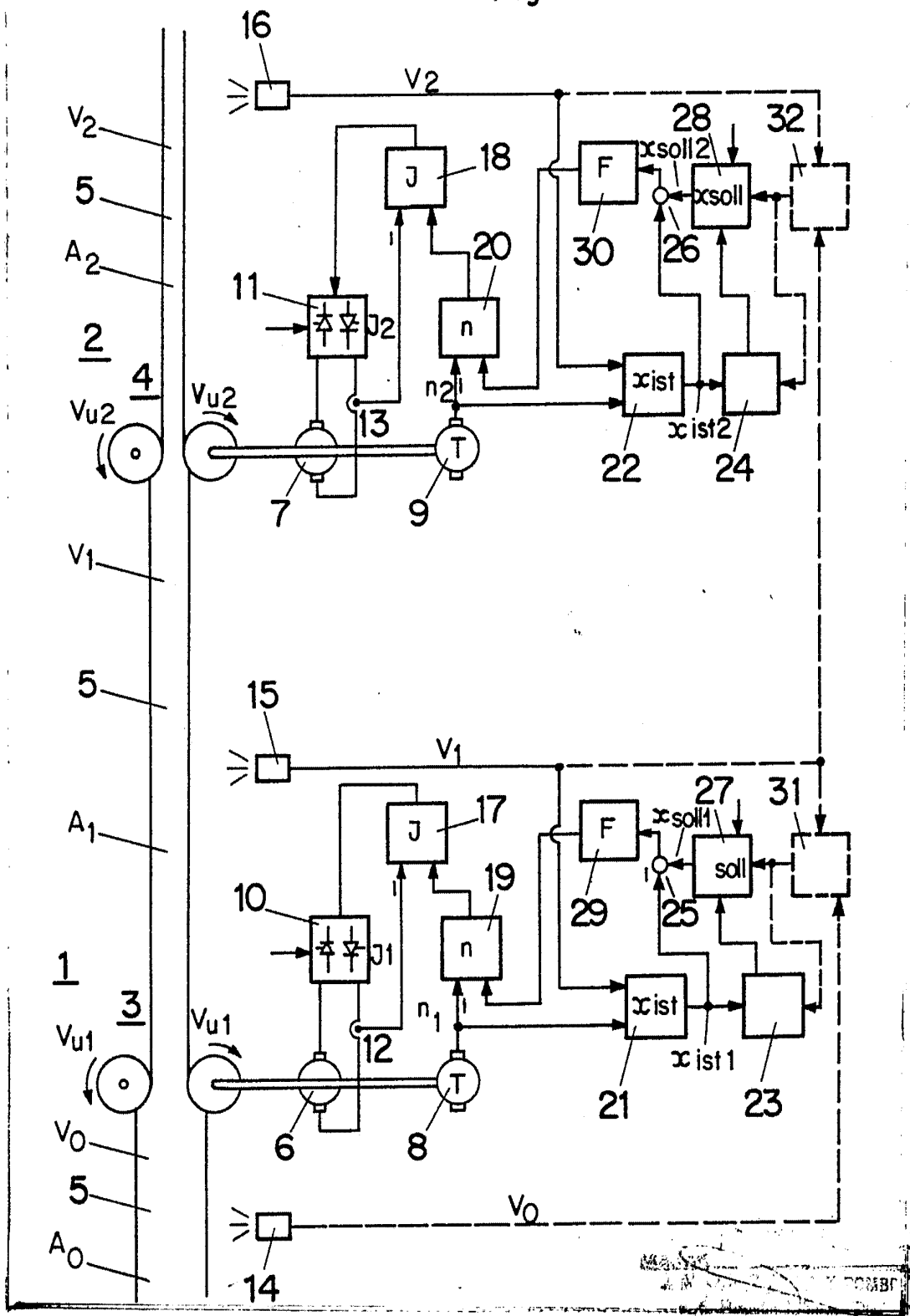


Fig. 2

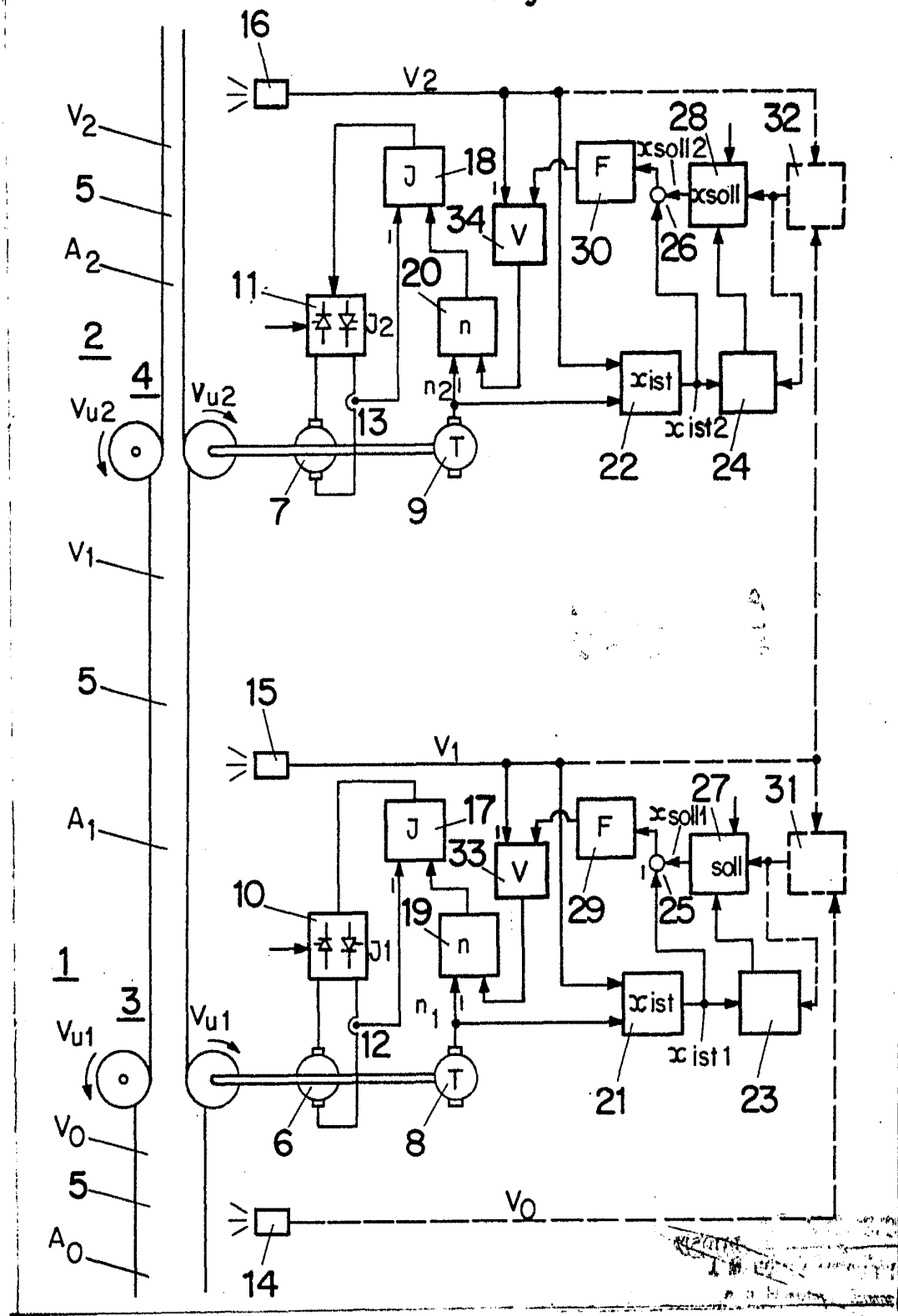


Fig. 3

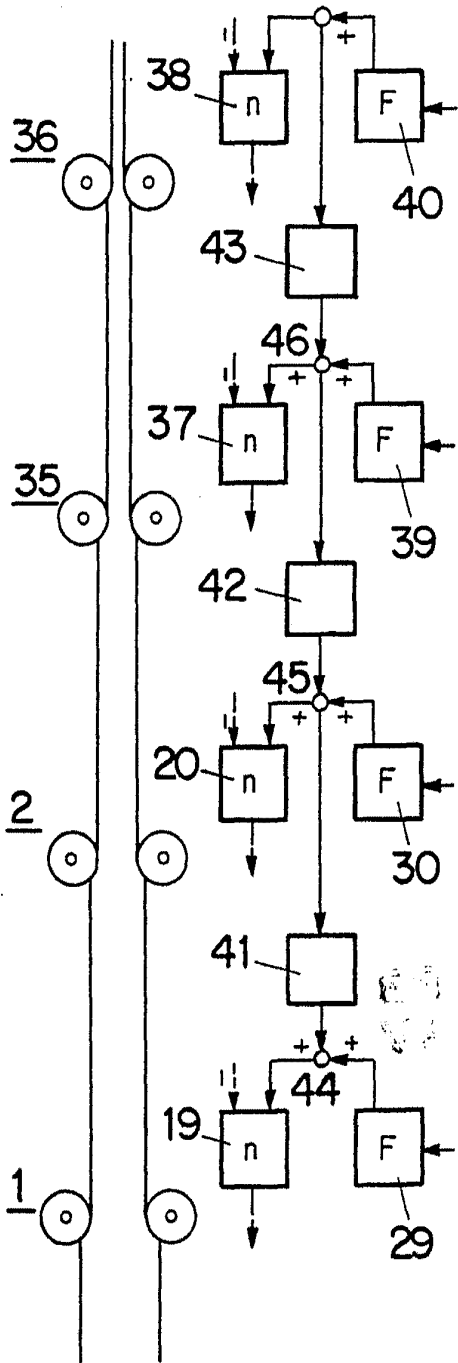
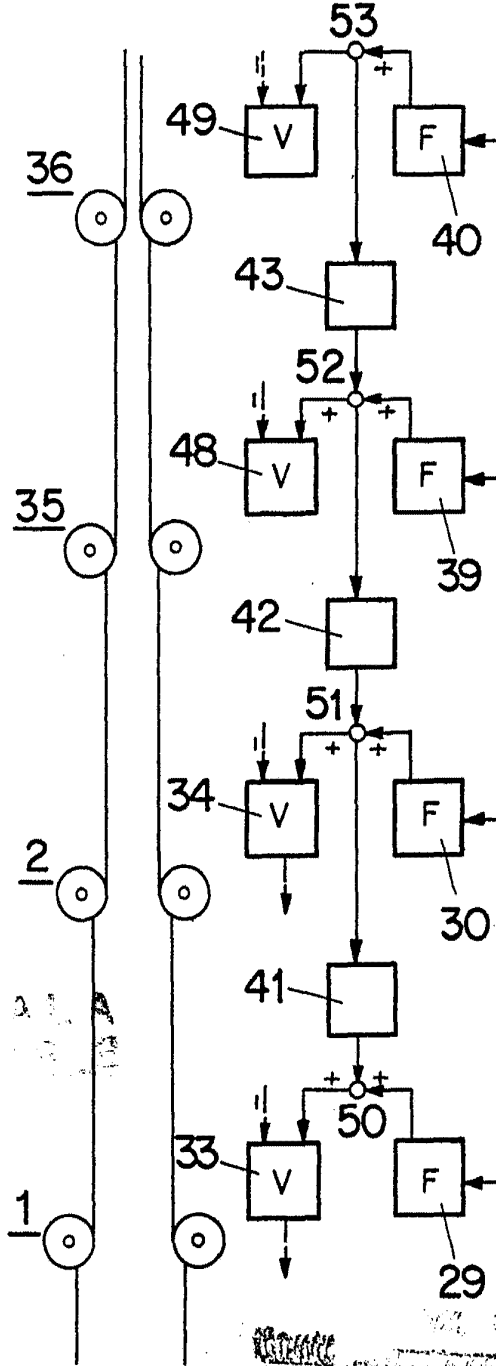


Fig. 4



Patented in the U.S.A. by  
Brown, Boveri & Cie. Ltd.  
of Mannheim, Germany