

- 6 AGO. 1964

P.- 27.038
Case M-AA2402



301081

MEMORIA DESCRIPTIVA

que se presenta para unir a la solicitud
de

P A T E N T E D E I N V E N C I O N

formulada el 16 de junio de 1964, con el número 301.081

en

E S P A Ñ A

por VEINTE años

a nombre de ASSOCIATED ELECTRICAL INDUSTRIES LIMITED, entidad
británica, establecida en 33, Grosvenor Place, Londres, Ingla-
terra.

por:

"UN EQUIPO DE CONTROL AUTOMATICO PARA TRENES DE LAMI-
NACION"

Este invento se refiere a trenes de laminación y
tiene una aplicación importante en trenes de laminación del tipo
en que una pieza de material es hecha pasar a través de un solo
juego de rodillos o de una sucesión de juegos de rodillos median-
te los cuales es reducido progresivamente el espesor.

5

En los trenes tales como los que se han venido
utilizando hasta el presente, cada juego de rodillos ha estado so-
portado en un alojamiento para formar una unidad conocida como un
bastidor, y se han provisto disposiciones para ajuste separado de
las magnitudes de separación entre los rodillos en cada bastidor

10



- 6 A3

5
tomático para trenes de laminación del tipo en que una pieza de mate-
rial es hecha pasar a través de al menos un juego de rodillos para re-
ducir el espesor que están previamente ajustados a una separación re-
querida, medios para alimentar subsiguientemente datos representativos
del espesor real del material o del cambio en espesor a una calculado-
ra digital, estando dispuesta dicha calculadora para derivar señales
de control que representan el ajuste o ajustes de la separación entre
rodillos requerida, y medios por los que dichas señales de control son
alimentadas a aparatos de control para dicha separación entre rodillos
10 o dichas separaciones entre rodillos.

De acuerdo con otro aspecto del invento el equipo
de control automático para trenes de laminación del tipo en que una pie-
za de material es hecha pasar a través de juegos de rodillos para redu-
cir el espesor en una sucesión de bastidores, comprende medios para ajust-
15 tar la separación entre los rodillos en uno o más bastidores, medios
para comparar periódicamente la fuerza real de los rodillos con la fuer-
za de referencia entre los rodillos en uno o más bastidores, medios pa-
ra ajustar automáticamente la separación entre los rodillos de acuerdo
con los cambios en la fuerza real entre los rodillos, medios para cali-
20 brar el espesor resultante de la pieza que sale del último bastidor y
/o en posiciones intermedias y para comparar el espesor calibrado con
un valor de calibración requerido, medios para ajustar periódicamente la
separación entre los rodillos de dicho juego o juegos de rodillos de
acuerdo con los errores en el espesor resultante, medios para efectuar
25 ese ajuste de una manera tal que se mantenga el mismo valor instantáneo
de volumen de material por unidad de tiempo que pasa por cada bastidor
en todo momento, y medios por los cuales se efectúa el ajuste de una ma-
nera tal que se mantenga la fuerza entre los rodillos sustancialmente
invariables en todos los bastidores ajustados distintos al primer bas-
30 tidor, en el orden consecutivo de los bastidores así ajustados.

301081



En una disposición preferida se han provisto medios por los cuales cada bastidor es conectado cíclicamente al equipo central de cálculo digital, el cual calcula el ajuste requerido. Pueden proveerse medios para efectuar un control manual que anule los demás de los rodillos en cada bastidor y para suspender el ajuste automático de un bastidor ajustado manualmente y de los bastidores siguientes por orden sucesivo durante períodos de tiempo que dependen respectivamente del tiempo de transporte entre bastidores.

Empleando una calculadora digital puede obtenerse un mayor grado de precisión que con los aparatos, de tipo análogo a los usados hasta el presente. Además, conectando cíclicamente una calculadora central al bastidor individual unicamente se requiere un juego de equipo de cálculo para todos los bastidores y ello se traduce en una economía considerable.

Se comprenderá que el control automático de los bastidores no ha de ser necesariamente aplicado a todos los bastidores, sino solamente a un cierto número de ellos.

Con objeto de que pueda comprenderse más claramente el invento se hará ahora referencia a los dibujos que se acompañan, en los cuales se ha representado a modo de ejemplo una realización del invento:

La Fig. 1 es un diagrama de circulación simplificado del procedimiento de cálculo que es efectuado automáticamente en cada bastidor.

La Fig. 2 es un diagrama sinóptico del aparato central de cálculo empleado.

La Fig. 3 muestra un ejemplo de uno de los equipos de control asociados con cada bastidor.

La Fig. 4 ilustra un ejemplo de un aparato calibrador de espesor.

301081



- 6 -

En la Fig. 1, que como se acaba de indicar es un diagrama de circulación simplificado del programa de cálculo, el bloque 1 indica el aparato sensible al registro de salida del material, y si este no es cero, como ocurrirá cuando el borde posterior de una pieza de material acaba de abandonar un bastidor, desviará el programa al bloque 2 para llevar a cabo la rutina de reajuste para el bastidor afectado. El registro de salida de material comprende tantos bits (dígitos binarios) como bastidores hay, estando dispuesto cada bit para indicar "1" cuando el material acaba de abandonar el bastidor, y cuenta con posibilidades para ser reajustado a cero después que el calculador ha observado su estado.

Esta rutina de reajuste anula algunos o todos los ajustes que hayan sido efectuados para la pieza anterior de material debidos, por ejemplo, a variaciones en la dureza de la pieza anterior de material.

A la terminación de la rutina de reajuste, o bien directamente a continuación del bloque 1, si el registro de salida de material es cero, el programa es dirigido al bloque 3.

En el bloque 3 se determina si el control queda interrumpido por el operario que efectúa o que ha efectuado un ajuste manual. Si no se ha efectuado ajuste manual alguno, la calculadora pasa al bloque 4. Alternativamente, si se ha efectuado un ajuste manual la calculadora es desviada al bloque 12 y se calcula la cantidad de interrupción para cada bastidor, suficiente para permitir que pasen los efectos del cambio manual. Ello se consigue leyendo las velocidades del bastidor y calculando la cantidad de interrupción para cada bastidor utilizando las velocidades y las constantes conocidas que definen la geometría del tren.

El bloque 4 se refiere a la operación de lectura de la señal de fuerza entre rodillos total del bastidor afectado o bien,

301081



alternativamente, la señal de calibración desde el extremo de salida
o un punto intermedio que será indicativa de desviaciones en el es-
pesor con respecto al valor requerido. El bloque 5 indica la opera-
ción de dirigir el dispositivo explorador a la señal disponible siguien-
5 te, la cual será o bien una señal de fuerza entre rodillos procedente
de uno de los bastidores, o bien una señal de calibración. En el blo-
que 6 se determina si el bastidor particular está en su período de in-
terrupción, por ejemplo como resultado de la operación manual por par-
te del operario. Si se interrumpe la acción de control de calibrador,
10 la operación vuelve a comenzar en el bloque 1 con el dispositivo ex-
plorador en posición para conectar a la calculadora la señal de fuerza
entre rodillos del bastidor siguiente o la señal de calibración, el
orden citado de operaciones proseguirá hasta que, cuando se llega al
bloque 6, el punto de exploración siguiente está también fuera de acción,
15 en cuyo caso bastidores sucesivos serán conectados a la calculadora
hasta que se encuentre un bastidor que esté en acción. Se recordará
a este respecto que cuando se suspende el control de calibración auto-
mática de un bastidor quedará igualmente suspendido el control de cali-
bración automática de todos los bastidores siguientes. En el bloque
20 7 se determina si la señal es una señal de calibración procedente del
calibrador de espesor o bien una señal de fuerza entre rodillos proce-
dente de un bastidor. Caso de que proceda del calibrador de espesor,
en el bloque 11 es calculada una corrección graduada para uno o más
bastidores y aplicada a los bastidores correspondientes. Caso de que la
25 señal proceda de un bastidor, el programa es desviado al bloque 8 en
el cual se determina si es necesario registrar una nueva fuerza entre
rodillos de referencia. Si la respuesta es afirmativa se almacena la
señal como la fuerza entre rodillos de referencia. Si la señal es ne-
gativa la calculadora es desviada al bloque 10 en el cual se calcula
30 el cambio en la separación entre los rodillos y se aplica al bastidor

301081



correspondiente. En el bloque 11 puede llevarse a cabo la corrección graduada como un ajuste de la posición del rodillo directamente y/o como ajuste de la ecuación usada en el bloque 10 para calcular el cambio en la separación entre rodillos, efectuándose este último ajuste para compensar el desplazamiento debido, por ejemplo, a la dilatación del rodillo.

5

La Fig. 2 indica de un modo general la distribución del sistema de control. Se verá que señales en forma analógica procedentes de los transductores de fuerza entre los rodillos pasan a través de una etapa de elaboración analógica representada como un bloque. A este respecto se supone que existen dos señales desde cada bastidor, o sea una de cada lado del bastidor. Las dos señales de cada bastidor son sumadas entre sí y la señal resultante es integrada a lo largo de un período de tiempo al final del cual se dirige al dispositivo explorador de señal analógica. El dispositivo explorador de señal analógica es igualmente alimentado con señales procedentes del calibrador de espesor y con señales de velocidad procedentes de cada bastidor. La salida desde el dispositivo explorador de señal analógica pasa a un convertidor digital analógico ADC, cuya salida pasa en forma digital a través de un dispositivo explorador de señal digital a la computadora digital que es igualmente alimentada con las otras señales digitales que comprenden el extremo de señales de reajuste de barra, señales de interrumpir el control de calibrador automático señales de sincronización y la señal de registro de salida de material, etc.

10

15

20

25

La salida de la computadora pasa a un distribuidor y de allí a los diversos convertidores analógicos digitales DAC de los cuales hay uno asociado con cada bastidor. La computadora dirige asimismo señales a registros de reajuste, etc.

30

La Fig. 3 ilustra esquemáticamente la disposición general de una forma de aparato en que las señales de incrementos en

301081



la posición del rodillo puede hacerse que proporcionen un control de posición por incrementos de los rodillos de cada bastidor. El aparato ilustrado es del tipo de transmisión sincrónica de movimiento angular, el motor M acciona al mecanismo de posición de rodillos y acciona asimismo, por intermedio de una caja de engranajes, a un transmisor T para transmisión sincrónica de movimiento angular (o un dispositivo de accionamiento posicional equivalente) el cual está conectado eléctricamente a través de una transmisión sincrónica de movimiento angular diferencial al receptor R; el error resultante controla a la alimentación eléctrica al motor M a través de un amplificador AMP I. La transmisión sincrónica diferencial permite modificar el ajuste, el bloque DAC al pie del diagrama corresponde a uno de los bloques DAC ilustrados al pie de la Fig. 2 y este alimentará una señal analógica a un comparador. La señal de referencia analógica procedente del DAC se compara con la señal de posición correspondiente a la posición de la transmisión sincrónica diferencial y el valor resultante acciona a un servomotor para colocar al dispositivo de transmisión sincrónica diferencial de acuerdo con la orden de incremento. Ello modificará a su vez la referencia en el servo principal anteriormente descrito el cual, a su vez, modificará la posición de los rodillos.

El calibrador de espesor al que se ha hecho referencia anteriormente puede ser un dispositivo de rayos X o de un tipo que es bien conocido de por sí.

La Fig. 4 ilustra esquemáticamente la disposición general de una forma de aparato mediante el cual puede calibrarse el espesor de la pieza de material. El aparato representado es del tipo calibrador de espesores por radiación de rayos X. El generador X de rayos X produce rayos X que son divididos en dos haces y colimados mediante los colimadores C1 y C2 respectivamente para formar dos haces B1 y B2 de rayos X que son sustancialmente paralelos entre sí. El haz

301031



5 El haz de rayos X está dispuesto para pasar, a través de un número ajustable de suplementos absorbentes A de material similar al que está siendo calibrado (ajustado normalmente a un espesor total igual a la diferencia entre el espesor nominal conocido de la pieza que está siendo calibrada y el espesor de la muestra normalizada SS) y al espesor de la pieza P que está siendo calibrada, a un contador de centelleo S1. El otro haz B2 de rayos X está dispuesto para pasar, a través de una muestra normalizada SS de material similar al que está siendo calibrado, a un contador de centelleo S2. Las salidas de los dos contadores de centelleo S1 y S2 son amplificadas por los amplificadores A1 y A2 respectivamente, y las señales amplificadas son comparadas por el comparador COMP para producir una señal de diferencia correspondiente a la desviación en el espesor de la pieza con respecto al espesor total de los suplementos absorbentes A en la trayectoria del haz B1 de rayos X.

15 El calibrador de rayos X es calibrado inicialmente sin que haya una pieza P en el calibrador y con los suplementos absorbentes ajustables A ajustados al mismo espesor que el de la muestra patrón SS. Se efectúa luego la calibración ajustando los niveles de señal procedentes de los amplificadores A1 y A2 para producir una señal de desviación cero desde el comparador COMP. Se mide luego el espesor de una pieza particular P ajustando los suplementos absorbentes ajustables a un espesor correspondiente a la diferencia de espesor entre el espesor nominal conocido de la pieza particular P y el espesor de la muestra patrón SS.

20 La calculadora está dispuesta para leer o bien la señal de desviación del espesor y las señales de espesor nominales, individualmente, o bien una señal combinada correspondiente al espesor real.

30 Refiriéndonos nuevamente a la Fig. 1, en el bloque

301081



10 puede calcularse el cambio requerido en la separación entre rodillos descargados, por ejemplo partiendo de la ecuación:

$$\Delta S_n = \frac{F_n}{M_n}$$

5

En el bloque 11 puede calcularse la corrección graduada: $\Delta S'_n$ para la separación entre rodillos descargados de uno o más bastidores, por ejemplo mediante las ecuaciones:

$$\Delta S'_n = \frac{\Delta L}{V_n} \quad \text{en donde "n" es mayor que 1}$$

$$\Delta S'_n = \frac{\Delta L}{V_n} + \frac{\Delta F_n}{M_n} \quad \text{en donde "n" es igual a 1.}$$

Siendo $\Delta L = \Delta h_p V_p$

o sea $\Delta S'_p = \Delta h_p$

15

$$\Delta F_n = K'_n \Delta h_p \cdot F_n \quad \text{donde "n" es igual a 1.}$$

$$\Delta h_p = h'_p - h_p$$

Las correcciones graduadas $\Delta S'_n$ aplicadas a los bastidores "n" pueden ser aplicadas, en el caso de un tren que comprenda dos o más bastidores, a intervalos para asegurar que su efecto es coincidente. En cuyo caso se calcula los retardos de transporte apropiados en el bloque 11, por ejemplo de una manera similar a la descrita para el bloque 12 a continuación.

20

Estas ecuaciones se han establecido de manera que den valores de correcciones graduadas $\Delta S'_n$ que garanticen que la fuerza entre rodillos en los bastidores "2 a P" inclusive permanece sustancialmente invariable como resultado de la corrección graduada. Este método de aplicar una corrección graduada permite que el control local del espesor en uno o más de los bastidores "2 a P" inclusive, sensible a las variaciones de la fuerza entre rodillos y llevado a cabo en el

30

301081



10, continúe trabajando sin interrupción, o sea que es innecesario leer una nueva fuerza entre rodillos de referencia. En el caso del bastidor "1", sin embargo, la fuerza entre rodillos es modificada por la corrección graduada y es necesario interrumpir el antes citado control local del espesor hasta que ha sido plenamente ejecutada la corrección graduada al bastidor 1 y se ha leído una nueva fuerza entre rodillos de referencia.

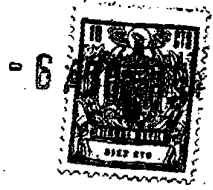
En el bloque 12 se calcula el período de interrupción para uno o más bastidores. Este período de interrupción, que puede corresponder al retardo del transporte entre cualquier par de bastidores o un bastidor y el calibrador de espesor, es impuesto de modo que se proporcionen medios de interrumpir el control de un bastidor particular y/o el control general mediante el calibrador de espesor durante el paso de una perturbación resultante de la intervención manual en uno o más bastidores.

El retardo de transporte $t_{n'(n+1)}$ entre cualquier par de bastidores adyacentes "n" y n + 1 y entre el último bastidor "p" y el calibrador de espesor designado "p + 1", se calcula mediante, por ejemplo, la siguiente ecuación:

$$t_{n'(n+1)} = \frac{K_{n'(n+1)}}{V_n}$$

en que "n" tiene cualquier valor entero entre "1" y "p".

En general, el control del espesor en cada bastidor individual y la acción de anulación del calibrador de espesor, aguas abajo de un bastidor sometido a ajuste manual de la posición de los rodillos, son desconectados mientras se está efectuando el ajuste. Uno y otra permanecen desconectados durante un período de interrupción adicional que se calcula para cada caso individual en el bloque 12, por



ejemplo mediante la siguiente ecuación:

$$t_{n \cdot (n+q)} = \frac{K_{n \cdot (n+1)}}{V_n} + \frac{K_{(n+1) \cdot (n+2)}}{V_{(n+1)}} + \dots + \frac{K_{(n+q-1) \cdot (n+q)}}{V_{(n+q-1)}}$$

donde "n" es cualquier entero entre 1 y "p" inclusive, y "q" es cualquier entero entre 1 y "q = p + 1 - n" inclusive.

Se comprenderá que pueden existir una pluralidad de calibradores de espesor y que no han de estar emplazados necesariamente uno o más calibradores de espesor después del último bastidor, sino que pueden estar emplazados individualmente entre cualquier par de bastidores.

Clave de Símbolos

El sufijo "n" define el número del bastidor; el primer bastidor en que entra la pieza es el número 1 y los bastidores sucesivos en que va entrando la pieza están numerados consecutivamente hasta el último bastidor, para el cual "n = p".

ΔS_n

es el cambio requerido para el bastidor particular "n" para la separación entre rodillos descargados correspondiente al instante en que se lee la fuerza entre rodillos de referencia.

ΔF_n

es el cambio de la fuerza entre rodillos en el bastidor particular "n", o sea que $F_n = F_{on} - F_n$ en que F_o es la fuerza entre rodillos de referencia medida en el bloque 4 durante un ciclo anterior y F es la fuerza entre rodillos medida en el bloque 4 durante el presente ciclo.

M_n

es el módulo del tren para el bastidor particular



- 6 A

5

"n" en unidades de fuerza entre rodillos por unidad de deflexión, almacenado en la calculadora como una constante o como una función de uno o más parámetros y variables, por ejemplo la fuerza entre rodillos, las condiciones de la película de lubricante, la geometría del tren, la anchura del material que está siendo laminado, etc.

$\Delta S'_n$

10

es la corrección graduada requerida para el bastidor particular "n" para la separación entre rodillos descargados correspondiente al instante en que se lee (medido por el calibrador de espesor) el espesor h_n de la pieza que sale del último bastidor.

V_n

15

es la velocidad de la pieza que sale del bastidor "n", o sea que $V_n = K_n N_n$ en donde N_n es la velocidad de los rodillos de trabajo del bastidor "n" y K_n es una constante que toma en consideración el diámetro del rodillo de trabajo y el deslizamiento para el bastidor "n"

20

K'_n

es una constante aproximada que define la variación fraccionada de la fuerza entre rodillos en el bastidor "n" por unidad de cambio de espesor de la pieza que sale del último bastidor "p"

h'_p

25

es el espesor nominal requerido de la pieza que sale del último bastidor "p"

h_p

es el espesor de la pieza que sale del último bastidor "p", leído en el bloque 4 y medido por el calibrador de espesor situado después del último bastidor "p".

30

$t'_n(n+1)$

es el retardo de transporte entre bastidores ad-

301081



yacentes "n" y "n + 1" o entre el último bastidor "p", o sea "n = p", y el calibrador de espesor "p + 1".

$t_n^{(n+q)}$

5

es el retardo de transporte entre cualquier par de bastidores "n y n + q" o entre el bastidor "n" y el calibrador de espesor "n + q", o sea que "n + q = p + 1".

$K_n^{(n+1)}$

10

es una constante que corresponde a la longitud media de la pieza entre bastidores adyacentes "n y n + 1", o entre el último bastidor "n", o sea "n = p" y el calibrador de espesor "n + 1", o sea "n + 1 = p + 1".

Esta solicitud, que corresponde a la presentada en Gran Bretaña el 17 de junio de 1963 bajo el número 24046/63, se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

15

N O T A

20

Los puntos de invención propia y nueva que se presentan para que sean objeto de esta Patente de Invención en España, por VEINTE años, son los siguientes:

25

1. Un equipo de control automático para trenes de laminación de la clase en que una pieza de material es hecha pasar a través de al menos un juego de rodillos reductores del espesor que están ajustados previamente a una separación requerida, medios para alimentar subsiguientemente datos representativos del espesor real del material o de su cambio en espesor a una calculadora digital, estando dispuesta dicha calculadora digital para derivar señales de control que

30

301081



representan el ajuste o ajustes requeridos en los rodillos y medios por los que dichas señales de control son alimentadas para controlar los aparatos para dicho rodillo o rodillos.

5 2. Un equipo de control automático de acuerdo con el punto 1 que comprende medios para leer la fuerza de referencia entre rodillos, o sea la fuerza entre rodillos en una etapa temprana de la operación de laminación con dicha separación previamente ajustada, y para alimentar señales que representan dicha fuerza de referencia entre los rodillos a dicha calculadora, y medios con los que la calculadora compara la fuerza real entre rodillos con la fuerza de referencia entre rodillos y alimenta señales derivadas de la comparación para controlar los aparatos para ajustar la posición del rodillo de manera que se mantenga constante el espesor del material que sale del bastidor.

15 3. Un equipo de control automático de acuerdo con el punto 2 en el que hay una pluralidad de juegos de rodillos reductores del espesor en una sucesión de bastidores y en que se alimentan datos que representan la fuerza real entre rodillos en cada bastidor a la calculadora y la información derivada es alimentada desde la calculadora hasta el aparato de control para los rodillos de cada bastidor individual.

20 4. Un equipo de control automático de acuerdo con cualquiera de los puntos precedentes en el que cada bastidor de rodillos es conectado cíclicamente con la calculadora.

25 5. Un equipo de control automático de acuerdo con cualquiera de los puntos precedentes que incluye medios para medir el espesor del material y para alimentar tal información a la calculadora digital.

30 6. Un equipo de control automático de acuerdo con el punto 4 en el que se mide el espesor por medio de un calibrador de espesores del tipo de radiación.

301081

- 6 AGO



7. Un equipo de control automático de acuerdo con el punto 5 en que el calibrador de espesores es un dispositivo de rayos X o rayos gamma.

5 8. Un equipo de control automático que incluye medios para efectuar ajustes manuales que anulan el control automático.

10 9. Un equipo de control automático para trenes de laminación de bandas de la clase en que una banda es hecha pasar a través de juegos de rodillos reductores del espesor en una sucesión de bastidores, que comprende medios para ajustar la separación entre los rodillos en uno o más bastidores, medios para comparar periódicamente la fuerza real entre rodillos con la fuerza de referencia entre rodillos en uno o más bastidores, medios para ajustar automáticamente la separación entre los rodillos de acuerdo con los cambios en la fuerza real entre rodillos, medios para medir el espesor resultante de la banda que sale del último bastidor y/o en las posiciones intermedias y para comparar el espesor medido con un valor de calibre requerido y medios para ajustar periódicamente la separación entre los rodillos de dicho juego o juegos de rodillo de acuerdo con los errores en el espesor resultante, medios para efectuar este ajuste en una forma tal que se mantenga el mismo valor instantáneo del volumen de banda que pasa por unidad de tiempo por cada bastidor en todo momento, y medios para efectuar este ajuste en una forma tal que se mantenga sustancialmente invariable la fuerza entre rodillos en un número de bastidores consecutivos así ajustados, a excepción del primer bastidor de la sucesión consecutiva de bastidores así ajustados.

15

20

25

301081



- 6 AGO

10. UN EQUIPO DE CONTROL AUTOMATICO PARA TRENES DE LAMINACION.

Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede, y con los fines que se han especificado.

5 Esta Memoria consta de diez y siete hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid, - 6 AGO. 1964

P. A.

Alfredo de Elizaburu
Por Orden

301081

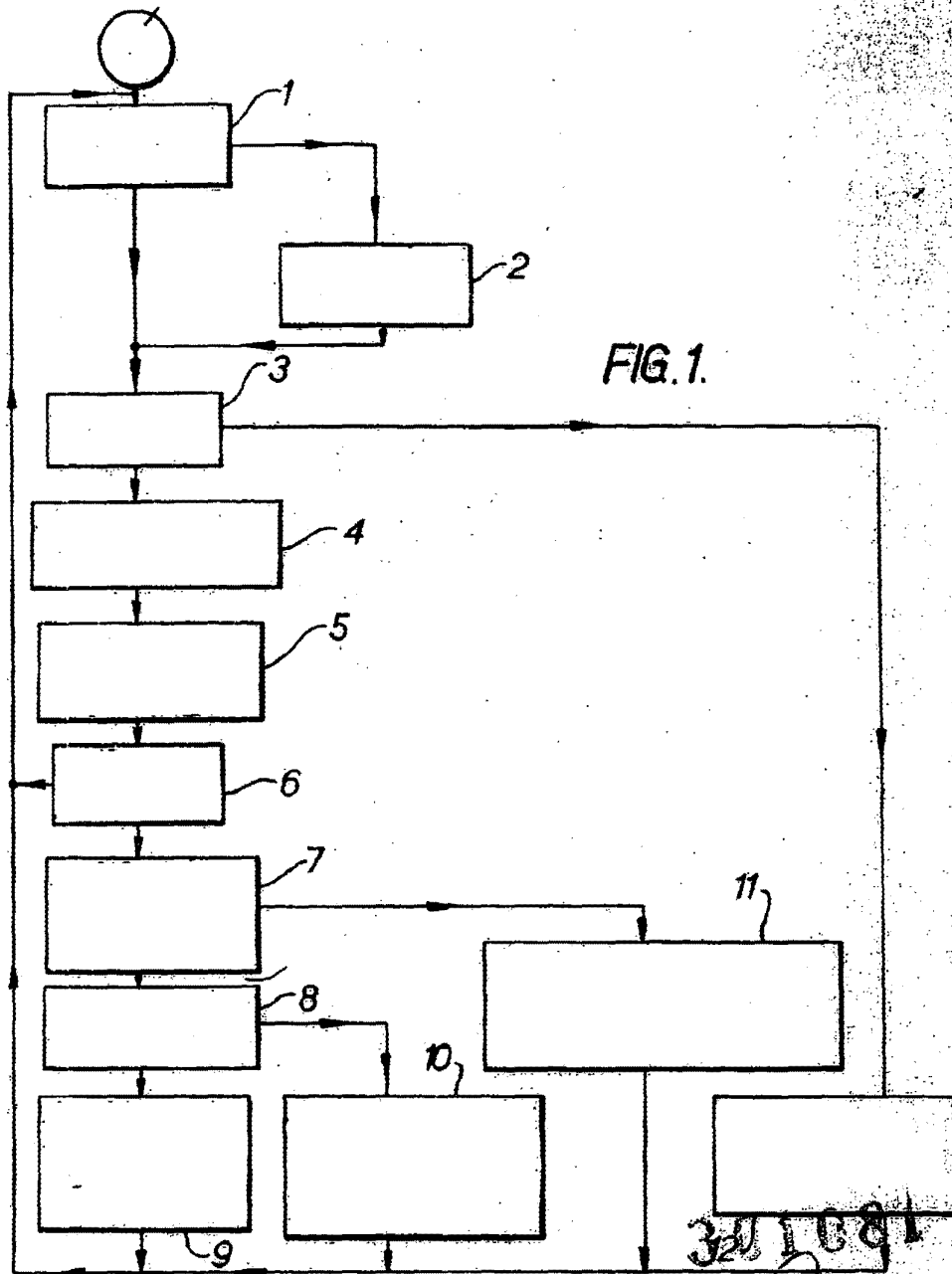


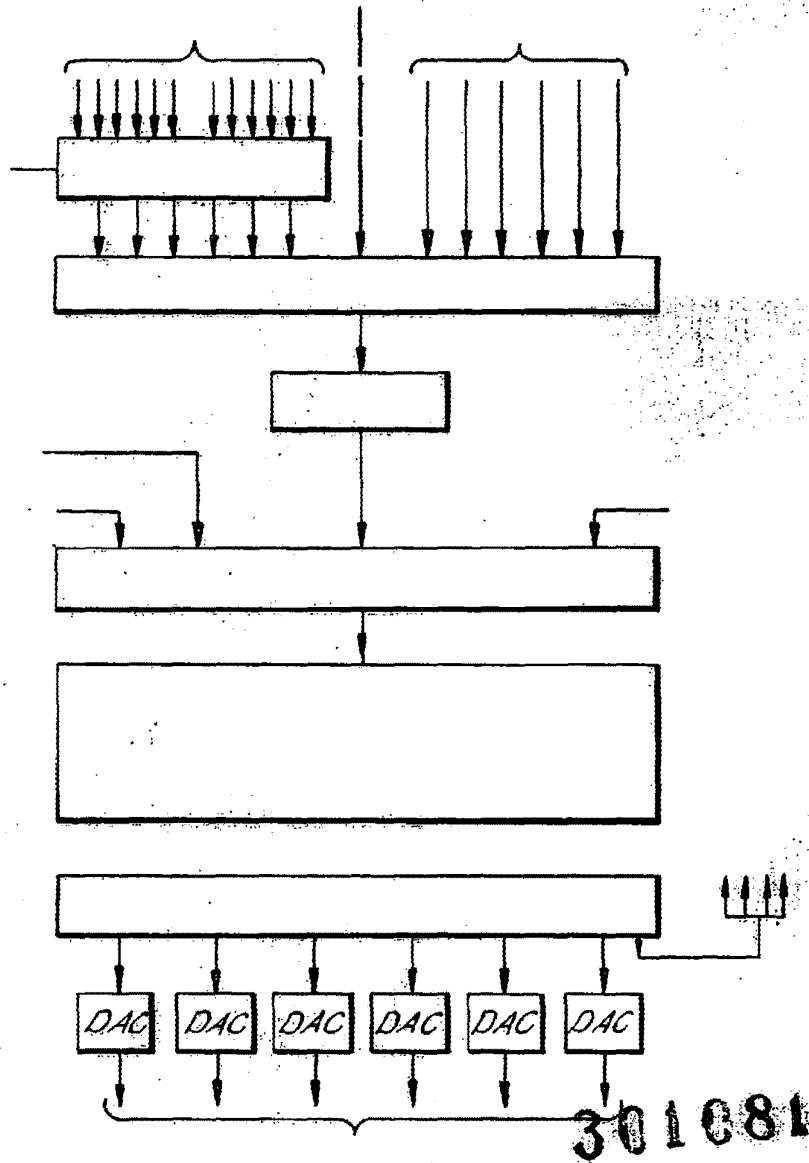
FIG. 1.

3211891

Handwritten signature or initials



FIG. 2.



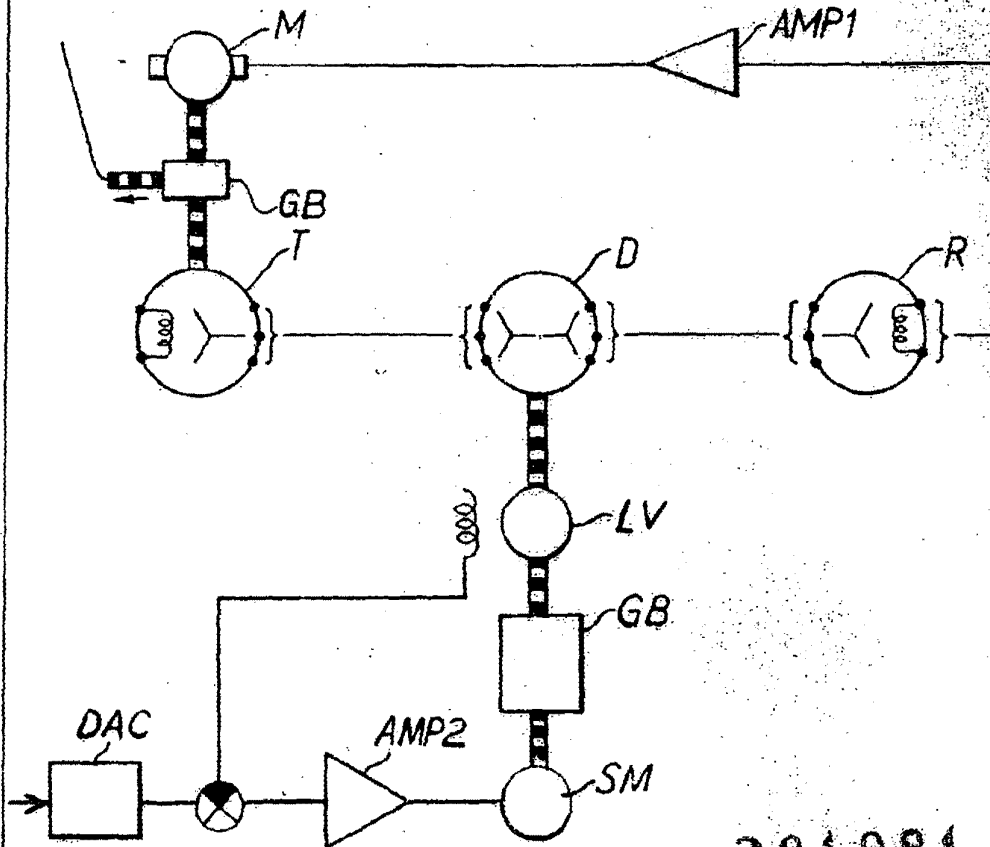
301081

W. A. ...

P29202



FIG. 3.

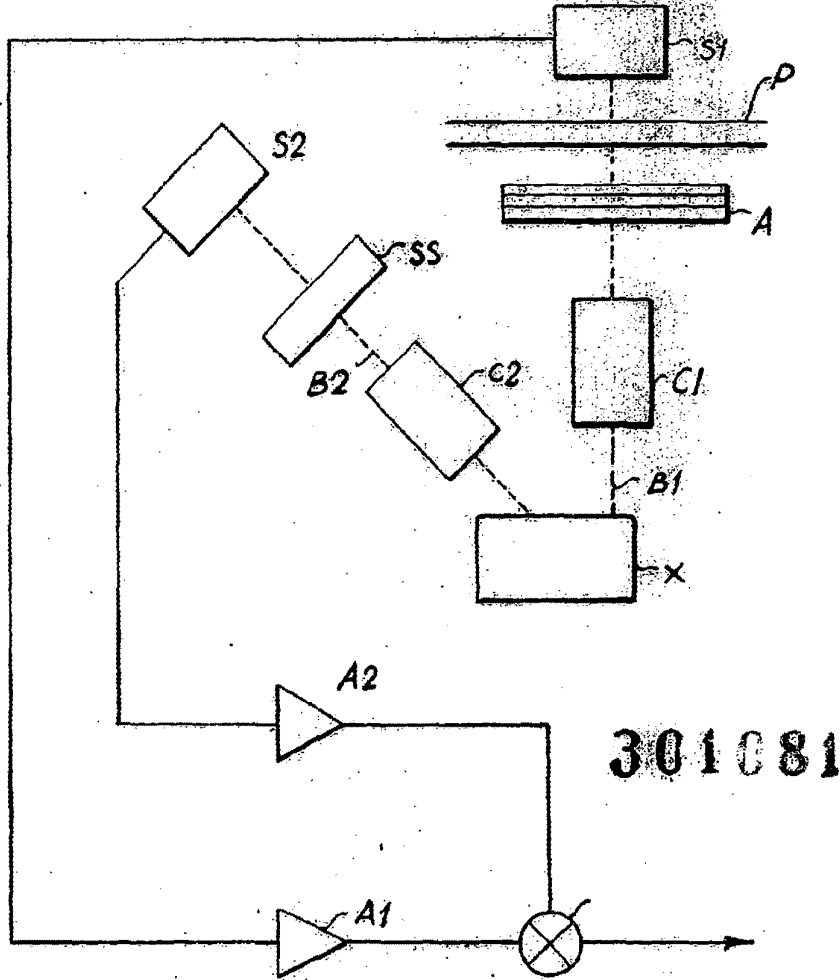


301081

Associated Electrical
Industries Limited
[Signature]



FIG. 4.



301081

As per Size and
for Paper