

AM/



174363

174363

P A T E N T E D E I N V E N C I Ó N

a favor de

Don Ubaldo RANZI, de nacionalidad italiana, domiciliado
en LEGNANO (Italia)

por:

" Método para hacer posible o facilitar el arranque de
los motores eléctricos que accionan máquinas con fuerte
momento de inercia y fuerte momento de arranque "

-----:oOo:-----

M e m o r i a D e s c r i p t i v a .

El presente invento tiene por objeto hacer po-
sible, o facilitar el arranque de los motores eléctricos que



174363

accionan máquinas con fuerte momento de inercia y fuerte momento de arranque.


5 La realización del arranque de una máquina motriz cualquiera destinada al accionamiento de cualquier medio mandado, encuentra frecuentemente dificultades considerables por la razón que muchos motores desarrollan al arranque un momento pequeño, o casi nulo, mientras que el momento resistente del medio accionado, cuando está parado, es casi siempre igual o mayor que el momento del mismo durante el
10 trabajo normal.

Está claro que, en dichas condiciones, el arranque directo de un grupo compuesto de la máquina motriz y del medio accionado resulta imposible, y que es menester recurrir a aparatos especiales.

15 En el caso particular de los motores eléctricos, las dificultades que la maniobra de arranque encuentra, pueden ser de naturaleza diferente, conforme el tipo del motor. En general, y con relación a las dificultades que se deben vencer en el caso del arranque de los motores eléctricos que
20 accionan máquinas mandadas con fuerte momento de inercia, y fuerte momento de arranque, dichos motores pueden ser subdivididos en dos categorías, es decir:

Existen motores eléctricos de corriente continua y alterna que desarrollan un momento de arranque pequeño, no
25 en consecuencia de imposibilidad intrínseca de desarrollar un suficiente momento de arranque, sino por la razón que al requerido fuerte momento de arranque corresponde una intensidad de corriente excesivamente elevada, que pone en peligro el motor.

Dicho peligro está agravado en consecuencia de
30 la lentitud del proceso del arranque, lentitud que, a su vez, es determinada no solo por la imposibilidad de vencer, aun a costa de una elevada intensidad de la corriente, el momento resistente de la máquina mandada, sino, sobre todo en muchos casos, por la fuerte inercia de dicha máquina. En semejantes



casos, la aceleración es pequeña, y el número de revoluciones del motor queda bajo por un notable periodo de tiempo, durante el cual persiste la fuerte intensidad de la corriente, cuyas dañosas consecuencias no están contrarrestadas mediante una eficaz refrigeración por aire. En tales condiciones, el peligro de un excesivo calentamiento del motor se agrava grandemente. El arranque de dichos motores se efectúa por esto mediante una gradual maniobra del reostato y de otros complicados aparatos de arranque, que tienen por objeto la reducción de la intensidad de la corriente, a costa precisamente de una correspondiente reducción del momento. Además, la maniobra de dichos aparatos tiene que ser muy frecuentemente automática, porque aún el menor error de maniobra puede tener en casos especiales, consecuencias muy graves para el motor.

En el caso de los motores eléctricos pertenecientes a la segunda categoría, el pequeño valor del momento de arranque está por el contrario coligado a la naturaleza de los mismos, aún dejando enteramente a un lado la mayor o menor tolerabilidad de la fuerte intensidad de corriente durante el arranque. Un tal motor puede ser, por ejemplo, un motor asíncrono trifásico con inducido en corto-circuito, que se señala favorablemente por su extrema simplicidad constructiva y por su bajo coste, pero cuyo empleo general tropieza con el inconveniente del débil momento de arranque, acompañado además de un elevado valor de la intensidad de la corriente que, a veces, puede poner en peligro sea el mismo motor, sea la red de alimentación de la energía. El empleo de los motores asíncronos con inducida en corto-circuito, sin aparatos eléctricos especiales, queda limitado por dicha razón, a los tipos de pequeña potencia. Dichos aparatos, de cualquier tipo, pueden ser reostato de arranque intercalado en el circuito del estator, conmutador de estrella-triángulo, transformador de arranque), tienen todos el objeto de reducir, cuando se hace el arranque, la tensión o la corriente suministrada al es-



174363

tator. El momento de arranque es sin embargo proporcional al cuadrado de la corriente que circula en el estator. Por esta razón, el empleo de cualquiera de dichos aparatos reduce la aplicación de los motores de que se trata, al accionamiento de máquinas mandadas que en posición de parada no oponen prácticamente ningún momento de resistencia. (En general: máquinas fluido-dinámicas).

Se puede obtener una variante del motor asincrónico-trifásico empleando un inducido llamado "de anillos", mediante los cuales el mismo inducido es puesto en conexión, por conducto de las usuales escobillas, con un reostato de arranque que, cuando está intercalado, tiene por efecto no solo la reducción de la intensidad de la corriente que circula en los arrollamientos del inducido, sino además el acrecentamiento del momento de arranque. Estos motores están provistos de un aparato que permite de alejar automáticamente, después del arranque, las escobillas de los anillos, y poner al mismo tiempo en cortocircuito el inducido. El arranque directo de los grandes motores de este tipo, acoplados con máquinas mandadas con fuerte momento de arranque y fuerte momento de inercia -arranque que es casi siempre posible - exige una gran capacidad y una incesante vigilancia por parte del maniobrador. Por eso, se han ideado sistemas automáticos que, durante el curso de la maniobra de arranque, conectan por grados, en función de la intensidad de la corriente, el justo valor de la resistencia. Dichos reostatos automáticos, juntamente con el automatismo de la puesta en cortocircuito del inducido, cuando el arranque se ha efectuado anulan en gran parte la simplicidad del motor, la cual determina precisamente el mérito esencial del tipo con "inducido en cortocircuito" del cual se ha hablado.

En fin, en el caso del motor asincrónico monofásico, cuyo momento de arranque es enteramente nulo, el arranque puede ser efectuado solo si el motor, desacoplado de la máquina mandada, se hace arrancar preventivamente con cualquier medio,



1 74363

5 hasta ponerlo en condición de desarrollar un apreciable momento útil de trabajo embragando después la máquina mandada mediante un acoplamiento u otro aparato semejante. Pero es obvio que éste tipo de motor es idóneo solamente para el accionamiento de aquellos medios mandados que, cuando están pa-

10 En el caso de los motores eléctricos pertenecientes a esta segunda categoría, será menester por lo tanto, si no se quiere hacer uso de los aparatos mecánicos ya conocidos, y de los cuales se hablará en seguida, o renunciar a su empleo para el accionamiento de máquinas mandadas con fuerte momento de arranque y fuerte momento de inercia, o como en el caso de los motores asincrónicos con inducido de anillos, recurrir a complicados aparatos eléctricos, muchas veces automáticos que, como se ha dicho, anulan las ventajas
15 que traen origen de la simplicidad constructiva de los motores en cuestión.

20 Los especiales aparatos mecánicos, cuya aplicación es ya conocida, en el campo de los motores eléctricos, y que podrían permitir, por lo menos teóricamente, emplear, en el caso de las máquinas mandadas con fuerte momento de inercia y fuerte momento de arranque, los motores asincrónicos con inducido en corto-circuito, y los motores asincrónicos monofásicos, y que podrían permitir, además, en el caso del motor
25 asincrónico con inducido de anillos, simplificar notablemente los complicados aparatos eléctricos que necesitan dichos motores, y que finalmente podrían permitir obtener este último resultado aún en el caso de los motores eléctricos pertenecientes a la primera de las dos categorías arriba indicadas, están constituidos por acoplamientos de acción centrífuga con elementos rígidos, que acoplan el árbol motor al árbol
30 accionado, y que arreglan, a medida del número de revoluciones del primero, el valor del máximo momento que puede ser transmitido de un árbol al otro. En la práctica, pero, dichos

1743



5 acoplamientos de acción centrífuga han tenido en el campo de los motores eléctricos una aplicación muy limitada, porque no están en condición de soportar los prolongados deslizamientos que, pueden resolver, en el caso específico, los diversos problemas que se refieren al arranque, sin tener que recurrir al uso de complicados aparatos eléctricos, de máquinas mandadas con fuerte momento de inercia y fuerte momento de arranque.

10 En efecto, una transmisión "dulce", o sea sin choques, del momento del árbol motor al árbol accionado, es solo posible si las superficies en contacto del acoplamiento, mandado por un regulador centrífugo, son trabajadas con mucho cuidado y están cubiertas por una capa de aceite. Si el deslizamiento continúa por un tiempo muy largo, como es indispensable en los casos tomados en cuenta, el aceite se recalienta y pierde su viscosidad; entonces el acoplamiento causa choques y arrancadas, que son dañosas sea desde el punto de vista mecánico, sea desde el punto de vista eléctrico.

15 La invención se caracteriza por acoplar cinemáticamente uno o más árboles movidos, a la parte giratoria del motor eléctrico, mediante la interposición de un material substancialmente pulverulento o granular que obra como elemento de acoplamiento y de unión suave o "dulce" entre dichas partes rotativas del motor eléctrico y el árbol conducido, de tal manera que el par de rotación transmitido quede limitado a un valor máximo dependiente del número de revoluciones característico que tiene la parte motriz.

20 Para efectuar este acoplamiento, se emplea preferiblemente como material pulverulento grafito, talco u otros materiales que tengan características equivalentes.

30 El acoplamiento puede efectuarse disponiendo el material pulverulento en el interior de una caja o envolvente en la cual hay una serie de tabiques o diafragmas que están unidos alternativamente al árbol motor y al árbol conducido, de tal manera que cuando el material pulverulento,



por la acción de la fuerza centrífuga o de otra fuerza mecánica, determina la unión o acoplamiento entre estos diafragmas, produce el acoplamiento torsional de la parte motriz y de la parte movida, con dependencia siempre del número de revoluciones de dicha parte motriz.

5 La utilidad de la aplicación de este acoplamiento a los motores eléctricos viene determinada por el hecho de que el acoplamiento de material pulverulento, puede experimentar sin daño y sin presentar ningún defecto funcional, los prolongados deslizamientos que se producen en
10 el arranque de los motores eléctricos que accionan máquinas con fuerte momento de inercia y fuerte momento de arranque.

La principal característica funcional de éste acoplamiento consiste en que el momento que puede ser transmitido del árbol motor al árbol movido, está limitado a
15 un determinado valor máximo que depende solamente de las revoluciones del árbol motor, y que, dicho más exactamente, es proporcional al cuadrado de este número de revoluciones.

20 Cuando, para un determinado número de revoluciones, el momento de accionamiento resulta inferior al máximo que, puede transmitir el acoplamiento para el número de revoluciones en cuestión, el acoplamiento se comporta como cualquier otro acoplamiento rígido o elástico, o sea que transmite la energía del lado de accionamiento
25 al lado mandado, sin deslizamiento relativo entre los respectivos árboles, y de allí sin las correspondientes pérdidas. Cuando, por el contrario, el momento de accionamiento resulta superior al máximo momento que el acoplamiento
30 puede transmitir, se produce un deslizamiento relativo entre los dos árboles. Además, ya que en dichas condiciones no puede subsistir un estado de equilibrio entre el acoplamiento y la máquina motora, esta última efectúa un movimiento



174363

- 8 -

acelerado, aumentando su número de revoluciones. Con el aumento del número de revoluciones, crece el momento máximo transmisible, el cual llega al fin a ser igual al momento de accionamiento.

5 Cuando esto pasa, el número de revoluciones del árbol mandado es, en general, inferior al del árbol motor (deslizamiento) y el momento transmitido (momento de accionamiento) es superior al momento mandado. Por esta razón se obtiene en seguida un equilibrio de la máquina motora, pero no de la máquina mandada, la cual efectúa por consiguiente un movimiento acelerado, hasta llegar a un número de revoluciones igual al del árbol mandado (cesación del deslizamiento) que, durante esta fase queda invariado. Tan luego como el deslizamiento ha cesado, la máquina motora y la máquina mandada aceleran simultáneamente, y alcanzan juntamente el número de revoluciones con el cual, dejando a un lado la presencia del acoplamiento centrífugo, que ahora se comporta como cualquier acoplamiento rígido o elástico, se establece un equilibrio entre el momento de accionamiento y el momento mandado. El acoplamiento centrífugo desliza así solo ocasionalmente, y solo cuando el deslizamiento puede ser útil.

10 Por esto se diferencia favorablemente de los acoplamientos hidráulicos ya conocidos, los cuales aunque resuelven de una manera análoga los mismos problemas relativos al arranque, ofrecen el inconveniente de que el deslizamiento persiste aún después el arranque, lo que tiene por consecuencia una continua dispersión de

15 energía, bajo la forma de calor, y representa además la causa de otros inconvenientes.

20

25

30 El método conforme al invento, que se basa sobre el empleo en el campo de los motores eléctricos, del "acoplamiento centrífugo", con el objeto de una racional solución de los problemas que se refieren al arranque de dichos motores, será ahora aclarado con arreglo a ejemplos indicativos y no limitativos de la extensión del mismo invento, con respecto a los dibujos anejos.

La figura 1 representa el curso, en función del número de revoluciones, del momento motor, y de la intensidad de



JUL. 1948

174563

la corriente en el inducido de un motor asincrónico trifásico con inducido de corto-circuito. En la misma figura se puede observar también el momento mandado, el cual se ha supuesto constante, y el momento máximo transmisible por el acoplamiento centrífugo.

5 La figura 2 representa el curso, en el tiempo y por las condiciones representadas en la figura 1, del proceso de arranque que puede ser realizado gracias a la presencia del acoplamiento centrífugo.

10 La figura 3 representa, para un motor asincrónico con inducido de anillos, las mismas curvas como en la figura 1, y además las curvas del momento en la fase del arranque, juntamente a las curvas de la correspondiente intensidad de corriente, como se obtienen maniobrando de un modo conveniente el reostato de arranque.

15 La figura 4 representa el curso en el tiempo y para las condiciones representadas en la figura 3, del proceso de arranque, con, o sin el empleo de un acoplamiento centrífugo.

20 En la figura 1, M_1 representa el momento motor de un motor asincrónico trifásico con inducido de corto-circuito. M_2 representa el momento mandado, el cual se ha supuesto independiente del número de revoluciones. I_2 indica la corriente en los arrollamientos del inducido. M_g representa el momento máximo transmisible por el acoplamiento centrífugo cuando el mismo desliza, o está a punto de deslizar.

25 Al régimen normal de trabajo, corresponde el punto A, en el cual se tiene una igualdad entre el momento de mando y el momento mandado; se puede notar que el arranque, sin empleo del acoplamiento centrífugo, resultaría en este caso imposible, porque el momento de accionamiento, con el motor parado (punto B), es inferior al momento mandado M_2 . Se puede notar, además, que la corriente I_{20} resulta, con el motor parado, muy superior a la corriente I_A para las condiciones de trabajo normal.

30 Empleando, conforme al presente invento, un acoplamiento centrífugo (curva M_g) el arranque resulta sin falta po-



sible, y se desarrolla, en el tiempo, en conformidad con las curvas representadas en la figura 2, que dan precisamente la conexión entre el número de revoluciones n y el tiempo t .

5 Ante todo se ponen en movimiento solo el motor y aquella parte del acoplamiento centrífugo (armazón) que está coligada con el mismo motor (curva n_1) (figura 2). Cuando el número de revoluciones llega hasta un valor $n_1 = n_0$, correspondiente al punto C (figura 1), entonces se pone también en movimiento la máquina mandada (curva n_2 figura 2), mientras
10 que el motor continua sin ser estorbado su movimiento acelerado, durante el cual el número de revoluciones n_1 se acerca de un modo asintótico al valor n_0 , correspondiente al punto O (figura 1). El motor "espera", después de haber alcanzado el número de revoluciones $n_1 = n_0$, que la máquina mandada haya alcanzado
15 el mismo número de revoluciones, después el motor y la máquina mandada aceleran y llegan juntamente (curva $n_1 + n_2$, figura 2) al número de revoluciones n_A , que corresponde al punto A, o sea las condiciones de marcha estacionaria de la instalación. Se hace notar, además, que, como se vé en la figura 1, la corriente I_{20} , con el motor parado (punto B), resulta mucho mas elevada
20 que en las condiciones de marcha estacionaria (punto A), pero que, gracias a la presencia del acoplamiento centrífugo, cuyo momento está en principio algo bajo, y en consecuencia de la circunstancia que en principio la inercia de la máquina mandada no se hace sentir, el motor alcanza con mucha rapidez números
25 de revoluciones elevados (ver curva n_1 , figura 2), a los cuales corresponde una corriente más débil, y que aseguran además una eficaz refrigeración por aire. Si, no obstante dichas favorables circunstancias, la corriente en el arranque alcanzase
30 un valor inadmisibile, por ejemplo, a los efectos de la seguridad de la red de alimentación, lo que pasa frecuentemente en el caso de los motores de potencia elevada, será menester reducir dicha intensidad, reduciendo la tensión de la corriente que alimenta el estator. En dicho caso, el momento inicial baja ulte-



L. 1948

174363

riormente en manera sensible. No obstante eso, el empleo del acoplamiento centrífugo que, cuando está parado, transmite un momento nulo (curva M_g , figura 1), consentirá siempre obtener el arranque a pesar del tipo de la máquina mandada.

5

De esta manera, el empleo del simple, económico y seguro motor asincrónico con inducido en corto-circuito, gracias al acoplamiento centrífugo, podrá hacerse general, con evidentes ventajas.

10

A las figuras 1 y 2 corresponden, en el caso del motor asincrónico trifásico con inducido de anillos, respectivamente las figuras 3 y 4. Además de las curvas M_1 , I_2 , M_2 , M_g , que son idénticas a aquellas de la figura 1, han sido dibujadas, en la figura 3, las curvas N_{AV} y I_{AV} , correspondientes al momento motor y a la corriente en el inducido, como se obtienen mediante el empleo del reostato de arranque intercalado en el circuito del inducido, y maniobrado con continuidad y de manera oportuna durante toda la duración de la fase de arranque. En la figura 3, la maniobra del reostato ha sido supuesta tal que se pueda obtener un momento motor de arranque N_{AV} con curso paralelo al del momento mandado M_2 , supuesto constante. En este caso, el momento de aceleración $\curvearrowright M = M_{AV} - M_2$, resultará también constante y su valor podrá ser cualquiera, estando a pesar de esto siempre comprendido entre cero y M_{max} . Para un momento de aceleración nulo ($\curvearrowright M = 0$), la corriente será igual a I_A , o sea a la corriente normal de funcionamiento, pero la aceleración será nula, y la duración de la fase de arranque será infinitamente grande. Para un fuerte momento de aceleración, la duración del arranque será breve, pero la corriente de arranque será elevada. La temperatura máxima que el motor asume durante la fase de arranque, depende de la intensidad de la corriente, de la intensidad de la refrigeración por aire, la cual depende del número de revoluciones, y de la duración de la fase de arranque que, en este caso, es siempre realizable aun sin empleo del acoplamiento centrífugo.

15

20

25

30



El curso en el tiempo del dicho proceso ha sido re-
presentado en la figura 4. Si las condiciones son las de la figura
3, la relación entre el número de revoluciones del grupo entero y
el tiempo, es lineal, hasta un número de revoluciones = n_0 (curva
5 I, figura 4). Si la máquina mandada tiene un momento de inercia ele-
vado, la inclinación de esta línea recta será muy pequeña. Por es-
ta razón, el motor conservará durante un largo tiempo un bajo núme-
ro de revoluciones, lo que tiene por consecuencia una refrigeración
por aire poco eficaz. A consecuencia de esto, y dado el valor bas-
10 tante alto de la corriente, la temperatura puede llegar a un va-
lor peligroso.

Sea como fuere, el obtención de un arranque del
tipo arriba descrito exige una maniobra del reostato de arranque
hecha con mucho cuidado, que difícilmente puede ser realizada a
7 15 mano. Por esta razón, han sido escogidos y ejecutados sistemas au-
tomáticos que, en general en función de la intensidad de la corrien-
te, intercalan en cada instante el exacto valor de la resistencia.
Está claro, pero, que dichos aparatos automáticos tienen por con-
secuencia un notable aumento del coste y una complicación del gru-
20 po motor.

Si, conforme al presente invento, se inserta un acopla-
miento centrifugo, el proceso de arranque se desarrollará según
las curvas n_1 y $n_1 + n_2$, representadas en la figura 4, y que traen
origen, directamente y de la manera ya descrita, de los cursos de
25 los tres momentos M_1 , M_2 , M_g , representados en la figura 3. De
la comparación de la curva II (figura 4), con la curva I, está
claro que aplicando, conforme al presente invento, un acoplamien-
to centrifugo, se obtiene un aumento mucho más rápido del número
de revoluciones del motor, cuyo movimiento acelerado no está aho-
30 ra contrarrestado por el fuerte momento de resistencia de la má-
quina mandada M_2 , ni por la fuerte inercia de la misma máquina,
sino solamente por el momento de resistencia M del acoplamiento
que, en el caso de pequeños números de revoluciones, es muy bajo y
por la pequeña inercia del mismo motor. Por esta razón se obtiene ahora
de una manera casi instantánea, una buena refrigeración por aire, y se



1948

174363

obtiene también una disminución de la temperatura máxima del motor, y por consiguiente una disminución de los correspondientes peligros.

Se puede notar, en fin, que por la misma razón, la fuerte aceleración inicial del motor, que se obtiene en consecuencia de la aplicación del acoplamiento centrífugo, exime en general de la necesidad de ejecutar con mucho cuidado la maniobra del reostato, lo que se puede obtener solamente gracias al empleo de aparatos automáticos, y además permite ejecutar una regulación a mano del reostato, aún en aquellos casos que se señalan por un fuerte momento mandado, y por una fuerte inercia de la máquina mandada.

Ventajas análogas se obtienen aún en el caso de otros motores eléctricos del tipo no asíncronico, como por ejemplo los motores de corriente continua, y los motores de colector y de corriente alterna. En todos estos casos el empleo, conforme al presente invento, del acoplamiento centrífugo permitirá simplificar la maniobra del reostato de arranque, el mismo reostato y, también los varios aparatos eléctricos que sirven para el arranque.

Dichas ventajas resultarán apreciables de un modo particular si se realizan en el campo de la tracción eléctrica, de los automóviles en general, y de la tracción de tranvías y ferroviaria en particular, en donde se hace uso de motores eléctricos de cascadas continuas, con excitación en serie, y de motores monofásicos de colector, o sea motores pertenecientes a la primera de las dos categorías arriba mencionadas, y que exigen, aparatos complicados para el arranque, y que pueden ser, gracias al método conforme al presente invento, en parte suprimidos, y en parte notablemente simplificados.

En la práctica, los particulares de realización y de ejecución podrán variar de cualquier modo, sin por eso salir del campo del invento, y de esta patente de invención.

174363



N O T A

Se reivindica como objeto de esta patente:

5
10
1) Método para hacer posible o facilitar el arranque de los motores eléctricos que accionan máquinas con fuerte momento de inercia y fuerte momento de arranque, caracterizado por acoplar cinemáticamente la parte giratoria del motor eléctrico con el árbol conducido, por intermedio de un material substancialmente pulverulento que obra como elemento de acoplamiento y de unión suave entre estas partes giratorias y el árbol conducido, de tal manera que el par transmitido quede limitado a un valor máximo dependiente del número de revoluciones característico de la parte motriz.

15
2) Método según la reivindicación 1 caracterizado porque como material pulverulento de acoplamiento, se emplea grafito u otro material que tenga características equivalentes.

20
25
3) Método según las reivindicaciones 1 y 2, caracterizado porque el material pulverulento está contenido en una envoltente en cuyo interior hay dispuestos diafragmas fijados alternativamente al árbol conducido y a la parte motriz de modo que el material pulverulento al establecer unión entre estos diafragmas ya sea por la acción de la fuerza centrífuga o de otras fuerzas mecánicas, efectúa el acoplamiento torsional mas o menos suave entre las partes motriz y movida, en dependencia del número de revoluciones de la parte motriz.

4) Método para hacer posible o facilitar el arranque de los motores eléctricos que accionan máquinas con fuerte momento de inercia y fuerte momento de arranque.

30
Esta memoria consta de catorce páginas, escritas por una sola cara.

BARCELONA, 11 Julio, 1946.

F. A.

174363



Fig 1

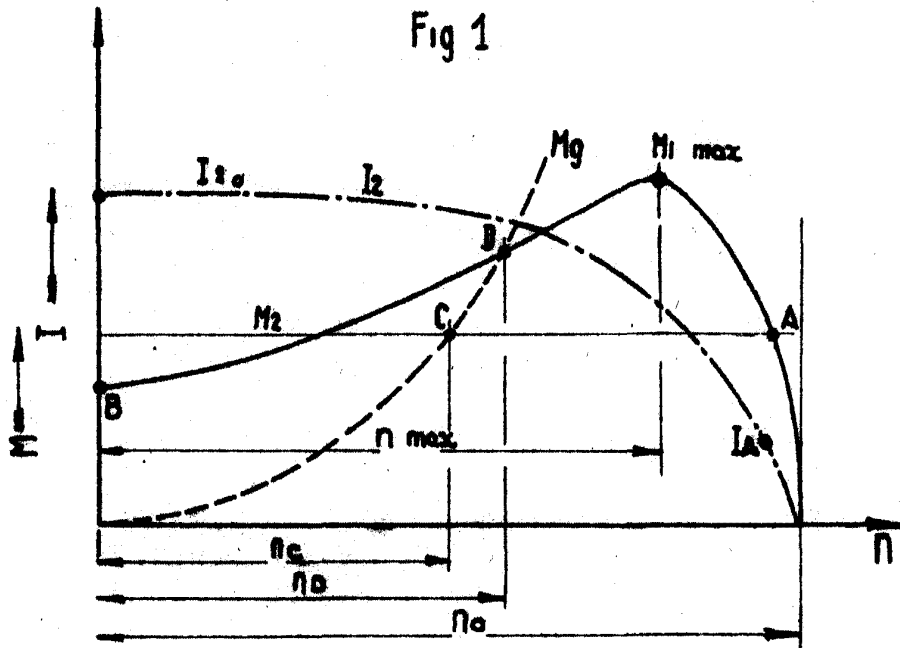
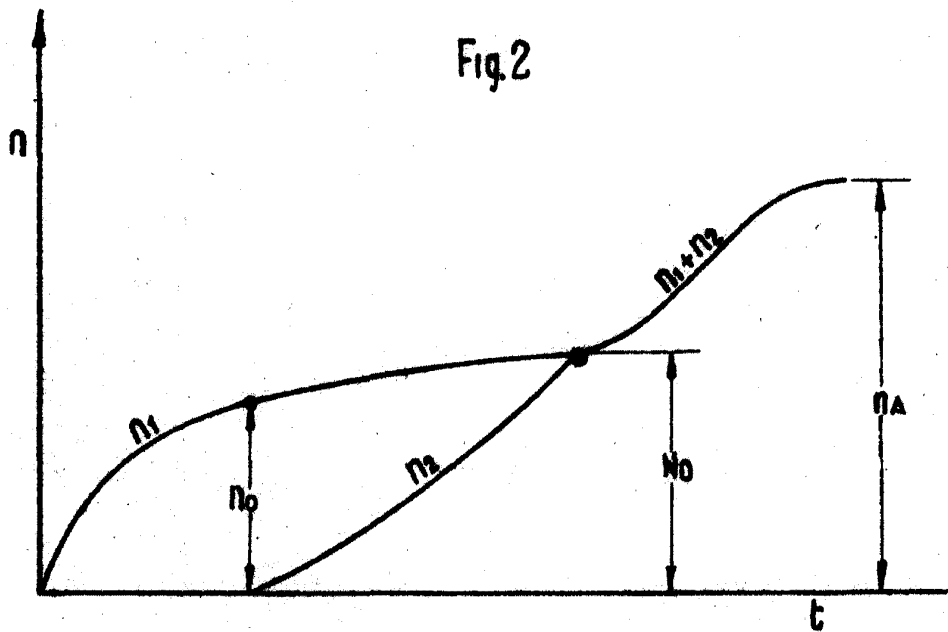


Fig.2



P. R.
[Handwritten signature]

