

36162

PATENTE DE INVENCION

R.9049.



Memoria Descriptiva

sobre:

"Perfeccionamientos en sistemas para la regulación de la frecuencia de deslizamiento de una máquina asíncrona"

==.==.==.==.==.==.==.==.==.==

Solicitante: ROBERT BOSCH GMBH., entidad alemana, residente en Breitscheidstrasse 4, STUTTGART W, Alemania.

==.==.==.==.==.==.==.==.==.==

5. La invención se refiere a un sistema o disposición para la regulación de la frecuencia de deslizamiento de una máquina asíncrona que se alimenta desde una fuente de energía con una tensión de frecuencia regulable, especialmente a través de un convertidor ondulator, habiéndose



desarrollado la fuente de energía preferentemente de manera que pueda recibir la energía retornada de la máquina asíncrona.

5. Una máquina asíncrona puede trabajar como motor o como generador y muestra, al ponerse bajo carga, un : así llamado deslizamiento, es decir, el rotor gira, al trabajar como motor, más lentamente que el campo giratorio producido por el estator y en servicio como generador más rápidamente que el campo giratorio generado por el estator.

10. El campo giratorio que gira en el estator de la máquina asíncrona tiene por lo tanto bajo carga una velocidad distinta al rotor, es decir, entre estas dos velocidades existe un número de revoluciones de diferencia que es proporcional a la así llamada frecuencia de deslizamiento. Un ejemplo: Cuando como fuente de energía se emplea la red de corriente trifásica con una frecuencia de 50 periodos, entonces gira en una máquina asíncrona con el número de pares de polos $p = 1$ el campo giratorio 50 veces por segundo.

20. Cuando bajo carga gira solo 49 veces por segundo entonces la velocidad de diferencia es una vuelta/segundo y la frecuencia de deslizamiento 1 periodo.

25. En una máquina asíncrona representa la frecuencia de deslizamiento una magnitud importante. Si en una máquina asíncrona se mantiene el flujo magnético constante en el intersticio de aire - al aumentar la frecuencia de la fuente de energía se ha de aumentar para ello también su tensión alterna de salida-, entonces el momento
30. cedido es directamente proporcional a la frecuencia de



DIC. 1968

- deslizamiento. Dicho en otras palabras: Cuando se mantiene constante el flujo en el intersticio de aire se puede graduar mediante regulación de la frecuencia de deslizamiento un momento deseado determinado y esto
5. tanto trabajando la máquina asíncrona como motor que como generador.
- Por la patente US 1 481 881 ya se conocen disposiciones para regular la frecuencia de deslizamiento a un valor determinado. Para ello se emplea un engranaje diferencial mecánico a una de cuyas entradas se alimenta una velocidad proporcional al valor real de la frecuencia de deslizamiento y a cuya otra entrada se alimenta una velocidad proporcional al valor nominal de la frecuencia de deslizamiento. Si el valor real es
10. mayor al valor nominal entonces se aumenta la tensión de alimentación de la máquina asíncrona. Si ésto no es bastante entonces se reduce la frecuencia de alimentación de la máquina asíncrona hasta que el valor real sea de nuevo igual al valor nominal.
15. Como muestra la mencionada patente US tal disposición es difícil de realizar; esto vale especialmente cuando se emplea una máquina asíncrona con rotor en cortocircuito. Aquí se han de emplear dos máquinas eléctricas adicionales para producir una velocidad proporcional a la frecuencia de deslizamiento. Esto tiene como resultado una instalación muy voluminosa y cara que reacciona solo en forma lenta a las variaciones de la frecuencia de deslizamiento, es decir, que no es adecuada para accionamientos de alta calidad y en especial para
20. accionamientos de alta dinámica.
- 25.
- 30.



- Por lo tanto es el cometido de la presente invención evitar las desventajas de las disposiciones conocidas y crear especialmente una disposición de la clase mencionada al principio en la que la frecuencia de deslizamiento se pueda ajustar con rapidez y exactitud a un valor deseado, de manera que, en caso dado, también sea posible una regulación de la velocidad, que como magnitud de graduación emplea la frecuencia de deslizamiento, es decir, indirectamente el momento de la máquina asíncrona cedido (o recibido). Un cometido especial consiste en crear una disposición que sea adecuada para el servicio como motor y para el servicio como generador y que también trabaja con seguridad a frecuencias más elevadas.
5. Según la invención se logra ésto en una disposición de la clase mencionada al principio porque la disposición está desarrollada como circuito de regulación que contiene un escalón contador digital que cuenta en dos direcciones, por ejemplo, un contador hacia adelante y hacia atrás, a una de cuyas entradas del contador, y para contar en una dirección, se le alimenta una primera secuencia de impulsos cuya frecuencia, por unidad de tiempo, depende de la frecuencia de la tensión de frecuencia regulable y a cuya otra entrada del contador, para contar en el sentido opuesto, se le alimenta una segunda secuencia de impulsos, cuya frecuencia, por unidad de tiempo, depende como mínimo de la velocidad del árbol de la máquina asíncrona, dependiendo una de éstas secuencias de impulsos, además, de la frecuencia de deslizamiento deseada, y porque el estado del
- 10.
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.



contador del escalón contador regula, a través de un convertidor digital analógico y un amplificador integrador conectado a continuación de éste, la frecuencia de la tensión de frecuencia regulable.

5. De ésta manera se logra que a las entradas del contador se le alimenten automáticamente secuencias de impulsos cuya frecuencia es igual de grande por unidad de tiempo, de manera que en servicio estacionario se obtiene un estado del contador casi estacionario que oscila alrededor del valor 0. Las dos secuencias de impulso satisfacen por lo tanto en estado estacionario, en proporción entre sí, a una relación matemática determinada y mediante un aprovechamiento hábil de ésta circunstancia se puede producir una frecuencia que casi instantáneamente sea igual a la suma (o diferencia) de otras dos frecuencias. Además ésta disposición es muy insensible contra los impulsos perturbadores que son inevitables, especialmente en las instalaciones de convertidor ondulator con su elevado contenido de ondas superiores. Además para el contador solamente se necesita una reducida capacidad contadora y recibe sin embargo, prácticamente la exactitud de una instalación digital.
- 10.
- 15.
- 20.
25. Especialmente en una disposición, que como fuente de energía de frecuencia regulable emplea un convertidor ondulator, se sigue desarrollando la disposición ventajosamente de manera que la tensión de salida del escalón integrador se alimente a un oscilador cuya frecuencia de oscilación sea independiente de la tensión, gobernando ésta frecuencia la frecuencia de la
- 30.



1968

tensión de frecuencia regulable.

La frecuencia del oscilador puede ser aquí igual a la frecuencia del convertidor ondulator; pero también puede ser un múltiplo de ésta frecuencia y reducirse por escalones divisores de frecuencia a la frecuencia del convertidor ondulator.

5.

10.

15.

20.

25.

30.

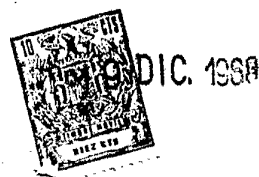
Sí la máquina asíncrona se ha de utilizar tanto en servicio como motor y como generador, entonces se desarrolla la disposición ventajosamente de manera que como magnitud de guía para la frecuencia de deslizamiento deseada se emplee una secuencia de impulsos cuya frecuencia por unidad de tiempo varíe aproximadamente lineal al variar la frecuencia de deslizamiento de servicio como generador a servicio como motor. Aquí se fija ventajosamente esta frecuencia de los impulsos por unidad de tiempo de manera que, con la máxima frecuencia de deslizamiento aún permisible, durante el servicio sea aún superior a 0. Con éste desarrollo se desplaza por lo tanto la secuencia de impulsos, que sirve como magnitud de guía, con relación a la frecuencia de deslizamiento real (o un correspondiente múltiplo de la misma) en una magnitud constante hacia positivo. Para compensar se aumenta entonces la frecuencia de impulsos por unidad de tiempo de la secuencia de impulsos no dependientes de la frecuencia de deslizamiento en un número de impulsos previamente determinado por unidad de tiempo, es decir, también la frecuencia de la otra secuencia de impulsos se desplaza en una magnitud correspondiente hacia positivo. Estos desplazamientos se compensan de ésta manera entre sí. (Cuándo en lo anterior



DIC. 1968

y a continuación se habla de "frecuencia" se entiende naturalmente la frecuencia de impulsos por unidad de tiempo).

- Ulteriores detalles y ventajosos desarrollos de la invención se desprenden de los ejemplos de ejecución representados en el dibujo y descritos a continuación.
- Muestran:
5. La figura 1, un primer ejemplo de una disposición según la presente invención,
10. La figura 2, un segundo ejemplo de ejecución de una disposición según la presente invención,
- La figura 3, un diagrama para explicar la figura 2,
15. La figura 4, una conexión de adición para sumar continuamente 2 secuencias de impulsos denominadas 1 y 2 a una secuencia de impulsos denominada con 8,
- La figura 5, diagramas de impulsos para explicar la figura 4,
20. La figura 6, una conexión para suprimir impulsos de dos secuencias de impulsos que coinciden temporalmente,
- La figura 7, diagramas de impulsos para explicar la figura 6,
25. Las figuras 8 hasta 13 diagramas para explicar el modo de trabajo de las disposiciones según las figuras anteriores,
- La figura 14, una variante de conexión de la figura 1 para el servicio como generador,
30. La figura 15, una variante de conexión de



la figura 2, y

La figura 16, un diagrama para explicar la figura 15.

5. En la descripción y en el dibujo se emplean para las piezas iguales o de igual actuación cada vez los mismos signos de referencia.

10. En la figura 1 se denomina con 20 una máquina asíncrona cuyo estator 21 está conectado a la salida de un convertidor de frecuencia 22 (rectificador y alternador; inversor) de frecuencia regulable y cuyo rotor 23 gira durante el servicio a una velocidad n que es variable. El rotor 23 acciona un emisor 24 que cede impulsos de la frecuencia c. f_n por ejemplo, a una revolución del rotor 23, 60 o 120 impulsos. Con-
15.venientemente se emplea un emisor fotoeléctrico. La máquina asíncrona 20 sirve, por ejemplo, para el accionamiento de un vehículo no representado y, en éste caso, acciona a través de un engranaje reductor 25 una rueda de vehículo 26.

20. El convertidor de frecuencia 22 está conectado a una fuente de energía 27 denominada con E, por ejemplo, una batería vehículo o a una red de corriente trifásica con el convertidor de frecuencia conectado a continuación. Este se regula por un generador de
25. mando 28 denominado SG que, en dependencia de y sincrónicamente con una frecuencia de guía alimentada a él c. f_1 y una tensión U_1 deseada, alimenta al convertidor de frecuencia 22 en forma conocida, impulsos de mando que, cada vez, están eléctricamente desplazados entre
30. sí en 120° . La tensión U_1 se aumenta según aumenta la



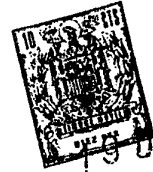
19 DIC. 1968

- frecuencia de guía para obtener un flujo constante ϕ_L en el intersticio de aire de la máquina asíncrona 20. La máquina asíncrona 20 se puede ejecutar con o, como representado, sin anillos rozantes. Si trabaja
5. en marcha en vacío entonces su velocidad es proporcional a la frecuencia de guía ajustada c. f_1 . Si, por ejemplo, la frecuencia f_1 de la tensión de salida del convertidor de frecuencia 22 es igual a 100 periodos y la máquina asíncrona 20 tiene un número de pares de
10. polos $p = 1$, entonces en marcha en vacío es $n = 6\ 000$ rpm. Si la rueda 26 actúa por el contrario como resistencia, por ejemplo, al rodar en una rampa, entonces baja el número de revoluciones, por ejemplo, a 5 820 rpm. En el rotor 23 se induce una tensión de frecuencia determinada, aquí por ejemplo, con la frecuencia
15. de tres periodos. Esta frecuencia se denomina a continuación como frecuencia de deslizamiento f_2 . Si el flujo magnético en el intersticio de aire es constante entonces la frecuencia de deslizamiento es directamente
20. proporcional al par de torsión cedido M_d (figura 10) de la máquina asíncrona 20, dicho en otras palabras, con la graduación de la frecuencia de deslizamiento f_2 se gradúa simultáneamente el par de torsión cedido M_d con cada velocidad n . Esta relación está
25. representada en la figura 10; allí corresponden los dos cuadrantes superiores I y II al servicio de la máquina 20 como motor, los cuadrantes inferiores III y IV al servicio como generador. Con un desarrollo adecuado se puede graduar en los 4 cuadrantes el par de
30. torsión cedido o bien recibido mediante regulación de



la frecuencia de deslizamiento f_2 . En forma correspondiente se puede - con el par de torsión como circuito de regulación subordinado - graduar o también regular la velocidad, tanto en dirección hacia adelante (cuadrantes I y IV) como también marcha hacia atrás (cuadrantes II y III). En éste principio conocido se basa la presente invención.

El generador de mando 28 y el convertidor de frecuencia 22 no se han representado con más detalles ya que pueden estar compuestos de elementos de construcción convencionales en la técnica de los convertidores de corriente. El convertidor de frecuencia 22 está constituido preferentemente de rectificadores semiconductores, por ejemplo, los así llamados "Silicon Controlled Rectifiers" (tiristores) que permiten altas frecuencias con reducidas pérdidas. El generador de mando contiene escalones divisores de frecuencia para obtener de las frecuencias más altas c. f_1 durante cada periodo, impulsos de mando de la frecuencia f_1 . La tensión alimentada al motor asíncrono 20 se puede variar en forma conocida. El convertidor de frecuencia 22 puede suministrar, como convertidor ondulator, energía desde la fuente de energía 27 hacia la máquina 20 (servicio como motor; cuadrantes I y II en la figura 10) así como también retornar energía desde la máquina 20 hacia la fuente de energía 27, por ejemplo, al frenar o al marchar cuesta abajo (servicio como generador; cuadrantes III y IV en la figura 10). Tales convertidores de frecuencia y generadores de mando son elementos de construcción convencionales, véase por ejemplo la publicación



Westinghouse Engineer, Julio 1961, pags. 123-126 "Adjustable frequency AC Drive System with Static Inverter".

- La entrada del generador de mando 28 (frecuentemente se le denomina también como grupo de mando de rejilla) está conectado a la salida de un oscilador 31 que produce una frecuencia de la magnitud c. f_1 , que es proporcional a su tensión de entrada U. Esta tensión U es suministrada por un integrador 32. Este es un miembro de conexión empleado frecuentemente en los amplificadores analógicos que suministra en su salida una tensión U que es igual a la integral de la tensión de entrada alimentada durante el período de tiempo. Esta tensión de entrada del integrador se suministra por un convertidor digital-analógico 33 cuya entrada digital, a su vez, está conectada a la salida de un contador hacia adelante y hacia atrás 34 con dos entradas de contador. Son éstas una entrada denominada con v (cuenta hacia adelante) para contar en un sentido y una entrada denominada con r (cuenta hacia atrás) para contar en el sentido opuesto. Los contadores hacia adelante y hacia atrás se emplean frecuentemente en la técnica digital; en el caso presente se puede emplear un contador codificador muy sencillo (código puramente binario).

- A la entrada del contador r se alimenta la frecuencia de salida c. f_1 del oscilador 31, a la entrada del contador y una secuencia de impulsos c. f'_1 suministrada por la etapa de adición 35 denominada con AS, que durante un periodo de tiempo de 1 segundo tie-



1968

ne c. f_1 impulsos que, sin embargo, no están temporalmente repartidos en forma igualada. La constitución del escalón de adición 35 se describe con más detalle más adelante y en relación con las figuras 4 y 5.

5. La etapa de adición 35 tiene dos entradas 36 y 37. A la entrada 36 se alimenta la frecuencia de salida c. f_2 nominal de un oscilador 38 cuya magnitud se puede graduar a la entrada del oscilador 38, por ejemplo, con un emisor de valor nominal 39 que está representado como pedal de gas de un vehículo, o con la tensión de salida de un comparador de valor nominal-valor real 42, que pertenece a un circuito de regulación de velocidad superpuesto para la regulación de la velocidad n.
10. A la entrada 37 se le alimenta la frecuencia de salida c. f_n del emisor de frecuencia 24. En caso de que se haya de preveer un circuito regulador de velocidad superpuesto se alimenta éste también como valor real a una de las entradas del comparador de valor nominal-valor real 42 a cuya otra entrada se alimenta una magnitud c. f_n nominal por un emisor de valor nominal de velocidad 43. (Si en el comparador 42 se produce digitalmente la magnitud de salida c. (f_n nominal = f_n), entonces se puede alimentar ésta frecuencia directamente a la entrada 36. Si esta magnitud de salida se produce por el contrario en forma análogica, es decir, por ejemplo, como tensión o corriente, entonces se puede gobernar con ésta magnitud analogica la frecuencia del oscilador 38).
15. La disposición según la figura 1 trabaja co-



- mó sigue: Se supone que la máquina asíncrona 20 tiene el número de parejas de polos $p = 1$ y se alimenta con una frecuencia f_1 de 100 periodos, además que está presente un estado de servicio estacionario y la velocidad del árbol n asciende a 5 820 rpm, de manera que la frecuencia de deslizamiento es $f_2 = 3$ periodos y la frecuencia del árbol es $f_n = 97$ periodos. Como se ha representado en la figura 8 vale entonces para éste estado de servicio $f_1 = f_n + f_2$.
5. El factor c sea igual a 6 de manera que a la entrada r del contador 34 se le alimenten 600 impulsos por segundo mientras que a la entrada v asimismo se le suministran 600 impulsos por segundo, y ésto 582 impulsos por el emisor de frecuencia 24 que por revolución del árbol produce 6 impulsos (es decir p c. impulsos por revolución siendo $p =$ el número de pares de polos de la máquina 20 y $c =$ el factor de aumento común) y 18 impulsos por el oscilador 38 que se gradua con el pedal de gas 39 a una frecuencia de 18 Hz. En
10. el contador 34 se cuentan por lo tanto por segundo 600 impulsos en dirección hacia adelante y 600 impulsos en dirección hacia atrás, es decir, que el estado del contador se encuentra constantemente alrededor del valor 0. En forma correspondiente tiene también el convertidor digital analógico una tensión de salida que oscila continuamente alrededor de 0 de manera que la tensión de salida U del integrador 32 esencialmente no varía sino que se mantiene en su valor estacionario que corresponde a una frecuencia de $c \cdot f_1 = 600$ Hz. La rueda
15. 26 es accionada, por lo tanto, con un par de torsión
- 20.
- 25.
- 30.



19 DIC. 1958

constante y una velocidad constante.

- Este estado varía cuando el vehículo, por ejemplo rueda cuesta abajo. Su velocidad aumenta y por lo tanto también la velocidad n , de manera que la magnitud $c. f_n$ asciende ahora por ejemplo, a 595 impulsos por segundo. A esto se le añaden en la etapa de adición 5. 35 los 18 impulsos/segundo del oscilador 38 de manera que a la entrada v del contador 34 se alimentan $595 + 613$ impulsos/segundo mientras a la entrada r por el 10. momento solamente se alimentan 600 impulsos por segundo. El estado del contador 34 aumenta por lo tanto en una diferencia Δf , así como la tensión del convertidor digital-analógico 33. Esta se integra en el integrador 32 y aumenta su tensión de salida U hasta que la frecuencia $c. f_1$ ha alcanzado asimismo 613 impulsos/segundo. Se presenta entonces un nuevo estado estacionario 15. y el estado del contador 34 retorna de nuevo a 0. La frecuencia $c. f_1$ regula por lo tanto de manera que sea siempre igual a la suma de las frecuencias $c. f_2$ nominal y $c. f_n$, expresado de otra manera, se cumple la 20. relación representada en la figura 8 $f_1 = f_2 + f_n$, decir, se regula la frecuencia de deslizamiento f_2 aun- que no se mide directamente.

- La construcción del contador 34 se explica 25. con más detalle en relación con la figura 2. Sin embargo se indica ya aquí que solo necesita pocos escalones contadores de manera que puede contar aproximadamente hasta $2^4 - 1$ o $2^5 - 1$ en ambas direcciones (positivo y negativo) y que al alcanzar el número máximo conta- 30. ble, es decir, por ejemplo, "31" este número se retie-



1958

- ne hasta que se presentan impulsos contadores en sentido inverso, se obtiene por lo tanto, por ejemplo, durante un proceso de regulación el siguiente estado del contador: 1,2,...30,31,31, 31 ... (aunque se presentan ulteriores impulsos contadores) ... 31,31,30 ...
5. 2,1,0,-1, -2, -1, 0, +1, 0, etc. Con el estado del contador "31" es la tensión de salida del convertidor digital analógico 33 tan grande, que el integrador 32 aumenta muy rápidamente su tensión de salida U.
10. Con estados negativos del contador 34 se cambian de polaridad las tensiones de salida del convertidor digital-analógico 33; si ésta polaridad era positiva, por ejemplo, en los estados del contador positivos, entonces se vuelve ahora negativa con estados del contador negativos. Esto se explica con más detalle
15. en relación con la figura 2. También al alcanzarse el número negativo máximo contable se retiene éste hasta que de nuevo llegan impulsos en dirección de conteo inverso, es decir, el estado del contador disminuye
20. de nuevo el valor absoluto.
- Al frenar, del estado estacionario descrito al principio se desarrolla el proceso a la inversa a como se ha descrito antes para la aceleración. Si se frena la rueda 26 entonces se reduce la velocidad
25. n a por ejemplo 5 760 rpm de manera que $c. f_n = 576$ Hz. A la entrada v se le alimenta por lo tanto un número de impulsos de $576 + 18 = 594$ impulsos por segundo mientras que a la entrada r se le alimentan por lo pronto 600 impulsos/segundo. El estado del contador
30. 34 se vuelve por lo tanto negativo en la diferencia

19 DIC. 1968



- Δf y la polaridad de la tensión de salida del convertidor digital-analógico 33 se invierte de manera que ahora disminuye la tensión de salida U del integrador 32 con lo cual baja asimismo la frecuencia c , f_1 hasta que ha alcanzado el mismo número de impulsos/segundo como se alimentan a la entrada v del contador 34, aquí, por lo tanto, 594 impulsos/segundo. El estado del contador se vuelve entonces de nuevo 0 y la tensión de salida U del integrador 32 se mantiene estacionaria en el valor entonces alcanzado.
- 5.
- 10.

- También cuando a una u a otra de las entradas v y r se alimentasen algunas veces impulsos perturbadores indeseados esto solo perturba muy brevemente. La perturbación es inmediatamente eliminada por regulación; es esto una ventaja esencial de la disposición según la presente ya, que especialmente en instalaciones rectificadoras de corriente, siempre se ha de contar con impulsos perturbadores.
- 15.

- Otra ventaja es que no son muy elevadas las exigencias de exactitud del integrador 32 y del oscilador 31 ya que por el circuito de regulación cerrado desde el oscilador 31 al contador 34 se alcanza en todos los casos el resultado deseado. El integrador 32 y el oscilador 31 deberán diseñarse tan solamente de manera que a la tensión máxima U en la salida del integrador 32 se alcance la frecuencia máxima permisible c , f_1 (correspondiente a la velocidad n máxima permisible). Se puede prever aquí también una limitación de tensión que simultáneamente evite que se embale la máquina asín-crona en estado sin carga.
- 20.
- 25.

30. Con la instalación según la figura 1 se puede



- accionar la máquina 20 solo en servicio como motor ya que - como se ha representado en las figuras 8 y 9 - la frecuencia de deslizamiento f_2 en la transición de servicio como motor a servicio como generador cambia su dirección de vector. Como sin embargo no existen frecuencias negativas no se puede graduar con el oscilador 38 esta zona generat6rica. M6s bi6n se ha de conmutar, como se representa 6sto en la figura 14 para el servicio como generador, la etapa de adici6n 35, esto conectando a su entrada 36 ahora la frecuencia c. f_1 y a su entrada 37 ahora la frecuencia de deslizamiento deseada c. f_2 nominal. La secuencia de impulsos c. f'_n producida en la salida alimenta a una de las entradas del contador 34 mientras a la otra entrada del contador se alimenta la frecuencia c. f_n . El circuito restante corresponde al de la figura 1.
- 5.
- 10.
- 15.

El circuito seg6n la figura 14 cumple la condici6n indicada en la figura 9 y regula el deslizamiento en servicio como generador es decir $f_1 + f_2$ nominal

20. $- f_n = 0$.

La figura 2 muestra una ampliaci6n del circuito seg6n la figura 1 con el que es posible un servicio como motor y un servicio como generador y que permite una transici6n continua desde un estado de servicio al otro.

25.

La disposici6n seg6n la figura 2 corresponde parcialmente a la de la figura 1.

Los elementos que concuerdan no se describen de nuevo.

30. El contador hacia adelante y hacia atr6s est6



representado aquí con más detalle. Se compone de un escalón contador propiamente dicho 46 que, en forma conocida, está constituido de basculas biestables, que cuentan según las señales entrantes v o r los impulsos alimentados.

5. Las señales V o R se producen por un escalón denominado con ZRE 49 para decidir la dirección de conteo y esto en dependencia de la señal en la salida de una báscula de signo 47 y en dependencia de la clase de los impulsos en las entradas v y r. La bascula de signo 47 está conectado a través de un conductor 45 a la salida del escalón contador 46. A través de éste conductor 45 se indica cuando el escalón contador 46 tiene el estado 0. Si al estado del contador 0 sigue un impulso hacia adelante en la entrada y entonces señala la bascula de signo 47 un estado del contador positivo. Si por el contrario al estado del contador 0 sigue un impulso hacia atrás en la entrada r entonces la bascula de signo 47 indica un estado del contador negativo y conmuta simultáneamente a través de un conductor 48 la polaridad (+ o -) de la tensión de salida del convertidor analógico 33. El estado del contador 0 no da ninguna variación de éste signo.

15. 20. 25. 30. A la entrada del escalón 49 para la decisión de la dirección de conteo se alimentan dos informaciones: En primer lugar la señal de salida de la bascula de signo 47; y segundo una información sobre la clase de los impulsos que llegan, es decir, o bien impulsos para la entrada del contador y o impulsos para la entrada del contador r. La figura 12 muestra en las dos



primera filas éstos impulsos. Cada impulso tiene un flanco delantero y un flanco trasero. El flanco delantero gobierna el escalón 49 mientras el flanco trasero gobierna el escalón contador 46.

5. Un ejemplo explica el modo de trabajo, y esto partiendo del estado del contador + 1:

| | Impulso de entrada en | Salida en 47 | Salida en 49 | Estado del contador de 46 |
|-----|-----------------------|--------------|--------------|---------------------------|
| | v | ‡ | V | ‡ ₂ |
| 10. | r | + | R | +1 |
| | r | + | R | +0 |
| | v | + | V | +1 |
| | r | + | R | +0 |
| | r | - | V | -1 |
| 15. | v | - | R | -0 |
| | r | - | V | -1 |

20. Como se aprecia es generada de nuevo la señal de salida del escalón 49 con cada impulso por su flanco delantero. Sí el estado del contador es positivo (+0 hasta $+(2^n-1)$), entonces produce el flanco delantero de un impulso y la señal V y el flanco trasero de éste impulso se cuenta hacia adelante. Sí el estado del contador es por el contrario negativo (-0 hasta $-(2^n-1)$) entonces produce un impulso de éstos la señal R y se cuenta hacia atrás.

25. A la inversa vale para las señales en la entrada r : Con estado del contador positivo producen una
30. señal R y se cuentan hacia atrás, con el estado del con-



19 DIC. 1968

tador negativo por el contrario una señal V y se cuentan hacia adelante, es decir, aumentando el estado del contador.

5. Este desarrollo de un contador es nuevo e inventivo y tiene, aparte del alcance de la presente invención, una importancia, por ejemplo, también para registros de corrédera.

10. El escalón contador 46 cuenta, como arriba descrito, solo hasta el máximo estado del contador (así llamado "Seguro contra el llenado"). Esto se alcanza asimismo a través de las señales V y R. Cuando el escalón contador 46 ha alcanzado su máximo estado del contador se alimenta ésta información al escalón 49 a través de un conductor 51. Queda de ésta manera suprimida la señal
15. V, de manera que solo influyen aquellos impulsos en el escalón contador 46 que disminuyen su estado del contador, mientras que los impulsos que cuentan hacia adelante no son contados.

20. Como en ambas entradas v y r del contador hacia adelante y hacia atrás 46 y 47, 49 alimenta frecuentemente casi simultáneamente un impulso, es decir, por ejemplo, un impulso hacia delante v y simultáneamente o casi simultáneamente un impulso hacia atrás r debiera dimensionarse éste contador para una frecuencia de cuenta
25. muy elevada, por ejemplo, 2 MHz para obtener resultados de cuenta exactos.

30. Según la invención se le anteconecta por ésta razón un escalón diferenciador denominado con DS (50) puerta de coincidencia) que tiene por cometido eliminar éstas parejas de impulsos que no variarían nada el estado



C. 1968

- en el escalón contador 46. El circuito y el modo de trabajo de éste escalón diferenciador 50 se explica a continuación a base de las figuras 6 y 7. Baste por el momento la indicación de que éste escalón diferenciador 50
5. suprime todos los pares de impulsos entre sus entradas 53 y 54 que coinciden temporalmente. El escalón 50 permite, por lo tanto, solamente el paso a aquellos impulsos que temporalmente tienen de los impulsos en la otra entrada como mínimo la distancia 0. Simultáneamente suministra
10. impulsos de salida que están temporalmente acortados con relación a los impulsos de entrada con lo cual esta garantizada una distancia mínima entre los distintos impulsos lo que es necesario para un funcionamiento correcto del contador.
15. Mediante ésta medida se logra que el contador 46, 47, 49 se pueda diseñar para una frecuencia límite superior considerablemente inferior.
- La entrada 53 está conectada a la salida de un escalón de adición 55, la entrada 54 a la salida de un es-
20. calón de adición 56. Los escalones de adición 55 y 56 tienen la misma construcción que el escalón de adición 35 de la figura 1. Su construcción se explica más adelante con mayor detalle a base de las figuras 4 y 5.
- A la entrada 57 del escalón de adición 55 se le
25. alimenta la frecuencia c. f_1 , de la salida del oscilador 31, a la entrada 58 la frecuencia de salida c. f_2' de un oscilador 61 que es regulado por el emisor de valor nominal 39 (pedal de gas del vehículo). El escalón de adición 56 tiene dos entradas 62, 63. A la entrada 62 se le
30. alimenta la frecuencia de salida constante c. f_m de un os



- oscilador 64. Esta frecuencia determina la transición de la máquina asincrónica 20 del servicio como motor al servicio como generador y viceversa. Naturalmente se puede hacer también variable, por ejemplo, para permitir un
5. frenado de emergencia o para tener en consideración ulteriores parámetros de servicio, por ejemplo, al emplear una batería como fuente de energía 27, el estado de carga de ésta batería. Tales modificaciones se encuentran naturalmente dentro del margen de la presente invención.
10. A la entrada 63 se le alimenta desde el emisor de frecuencia 24 la frecuencia $c. f_n$. La figura 3 muestra la relación entre las frecuencias f_2' y f_m . La frecuencia f_2' es en el servicio como motor de la máquina 20 más pequeño que f_m ; en el servicio síncrono vale $f_2' = f_m$ y en el servicio como generador es f_2' mayor que f_m . La f_m misma se puede seleccionar arbitrariamente; como la velocidad de regulación del presente regulador aumenta según aumenta la frecuencia se selecciona alta ésta frecuencia. Esto tiene también la ventaja de que el oscilador 64 necesita solamente elementos de conexión pequeños. En la explicación a base de la figura 11 se representan, para facilitar la representación gráfica, frecuencias relativamente bajas. Se señala sin embargo expresamente que las frecuencias f_m y f_2' se pueden seleccionar
15. más altas que las frecuencias f_n y f_1 ; aquí se encuentran una ventaja especial de la disposición según la figura
20. 2.

La disposición según la figura 2 trabaja como sigue: En la figura 11 se representa el caso del servicio como motor del motor 20 en diagramas de impulso y és-

30.



to para el siguiente ejemplo: $f_1 = 100$ Hz; $n = 5\ 700$ rpm lo que corresponde a $f_n = 95$ Hz; $f_m = 38$ Hz; $f_2' = 33$ Hz. Estas cifras corresponden al estado estacionario en el que vale $f_n + f_m - f_2' - f_1 = 0$.

5. En la figura 11 se han representado los distintos impulsos para su mejor representación ligeramente rayados. En las dos filas superiores se han representado las secuencias de impulsos $c \cdot f_m$ y $c \cdot f_n$. Se suman por el escalón de adición 56 de manera que en su salida se
10. presenta una secuencia de impulsos irregulares J_1 . Con 67 y 68 se denominan, por ejemplo, dos impulsos coincidentes de $c \cdot f_m$ y $c \cdot f_n$. En la secuencia de impulsos J_1 corresponden a ellas dos impulsos consecutivos 69 y 70 de duración de impulso más corto.
15. En la cuarta y quinta fila de la figura 11 se han representado las dos secuencias de impulsos $c \cdot f_1$ y $c \cdot f_2'$. Estas se suman por el escalón de adición 50 a cuya salida se obtiene una secuencia de impulsos irregular J_2 (sexta fila desde arriba en la figura 11). Dos im-
20. pulsos coincidentes temporalmente de $c \cdot f_1$ y $c \cdot f_2'$ se denominan con 71 y 72. En la secuencia de impulsos J_2 corresponden a ellos dos impulsos consecutivos 73 y 74 de duración de impulso más breve.
25. Como se aprecia en la figura 11 no coincide el impulso 69 de la secuencia de impulsos J_1 con ningún impulso de la secuencia de impulsos J_2 , de manera que produce un impulso 75 en la salida y del escalón diferencia dor 50. Este impulso 75 está representado también en la fila superior de la figura 12 (la figura 12 se explica
30. mas adelante con mayor detalle). Se alimenta al escalón



contador 46 y aumenta su estado de cuenta, por ejemplo, de 0 a + 1.

5. Los impulsos 70 y 73 coinciden y por ésta razón son suprimidos por el escalón diferenciador 50 lo que esta señalado en la figura 11 por una raya 76. Por lo tanto no son contados. Por el contrario el impulso 74 de la secuencia de impulsos J_2 no coincide con ningún impulso de la secuencia de impulsos J_1 y produce por ésta razón un impulso 77 en la salida r del escalón diferenciador 50. Se alimenta asimismo al escalón contador 10. 46 y reduce su estado de cuenta de nuevo de +1 a 0.

15. Como se aprecia facilmente contando se encuentran en la figura 11 en la tercera fila desde arriba (J_1) 10 impulsos y en la sexta fila desde arriba (J_2) 11 impulsos. De estos 21 impulsos en total se suprimen 12, de manera que a la salida y quedan aún 4 impulsos, es decir 75, 78, 79, 80 y en la salida r 5 impulsos, es decir 77, 81, 82, 83, 84. Si la representación se hiciese para un número mayor de impulsos entonces correspondería el número de impulsos de la salida y exactamente al número de impulsos en la salida r . (El periodo de tiempo representado en la figura 11 corresponde con un factor de $c = 6$ aproximadamente a 1,3 milisegundos).

20. Los impulsos 75 hasta 83 se han representado nuevamente en la figura 12 en las dos filas superiores. Como se aprecia se encuentran por casualidad en forma alterna, es decir, a un impulso en la salida y sigue cada vez un impulso en la salida r .

25. De ésta manera cambia el estado del contador cada vez entre dos valores, por ejemplo, 0 y +1 o -1 y 0.

30.



En la figura 12 se ha representado en la tercera fila desde arriba el caso de que el estado del contador alterne cada vez entre 0 y +1. Con el estado del contador +1 recibe el integrador 32 una pequeña tensión de entrada, de manera que aumenta su tensión de salida U. Este aumento está representado en forma fuertemente exagerada en la cuarta fila desde arriba en la figura 12. Cuando por dos impulsos consecutivos en la salida r el escalón diferenciador 50 del estado del contador salta a -1 se suprime de nuevo éste aumento. Como el aumento y la disminución alternan dentro de periodos de tiempo extraordinariamente cortos, es prácticamente constante la tensión U y con ello la frecuencia f_1 .

Se obtiene por lo tanto también con la disposición según la figura 2 una frecuencia de deslizamiento f_2 en la máquina asíncrona 20 que es igual al valor nominal ajustado en el emisor de valor nominal 39, es decir, igual a la diferencia de f_m y f_2' (vease la figura 3).

El servicio como generador se explica brevemente en un ejemplo numeral. Aquí sea $f_n = 100$ Hz correspondiente a una velocidad de 6000 rpm, $f_1 = 95$ Hz. $f_m = 33$ Hz y $f_2' = 38$ Hz. También entonces vale la referencia $f_n + f_m - f_2' - f_1 = 0$. Para el servicio estacionario vale entonces asimismo el esquema según la figura 11 si se sustituye (filas contadas desde arriba):

- | | |
|----|---|
| 1. | fila en lugar de c . f_m ahora c . f_2' |
| 2. | " " " c . f_n " c . f_1 |
| 3. | " " " I_1 " I_2 |
| 4. | " " " c . f_1 " c . f_2 |
| 5. | " " " c . f_2' " c . f_m |



- 6. fila en lugar de I_2 ahora I_1
- 7. " " " " v " r
- 8. " " " " r " v

5. Valen entonces, relacionadas en forma correspondiente, también las exposiciones hechas más arriba para la figura 11.

10. Para evitar un mal entendido véase indicado aquí que f_m se mantiene en servicio como motor igual que en servicio como generador, es decir, que no se varía. Con una frecuencia mantenida igual de $f_m = 38$ Hz (como en el primer ejemplo numeral respecto a la figura 2) debiera ser en el segundo ejemplo la frecuencia $f_2' = 43$ Hz. Una representación gráfica correspondiente a aquella según la figura 11 para éste ejemplo numeral no se diferenciaría casi de la representación según la figura 11 y no aportaría nada para la explicación de la invención.

15. Para el segundo ejemplo numeral (servicio como generador) no vale la figura 12. También aquí se obtiene sin embargo una frecuencia f_1 prácticamente constante que solamente muestra pequeñas oscilaciones temporales con una duración de periodos muy breves.

20. La figura 13 muestra un proceso de aceleración en la disposición según la figura 2 en la que la frecuencia f_1 se aumenta de un valor estacionario f_{10} a un valor estacionario f_{11} .

25. En la fila superior de la figura 13 se representan los impulsos en la salida y del escalón diferenciador 50, en la penúltima fila de arriba los impulsos en la salida r del escalón diferenciador 50. La tercera fi-

30.



la desde arriba indica la tensión en la salida del convertidor digital-analógico 33 y la cuarta fila desde arriba indica la tensión U en la salida del integrador 32 que es directamente proporcional a la frecuencia f_1 .

5. Como se aprecia, se ha dibujado la figura 13 con otra escala de tiempo que la figura 12 y muestra un periodo de tiempo más largo que la anterior.

10. En la salida v se presentan primeramente 5 impulsos 87 que ponen el escalón contador 46 al estado de contador + 5 y producen una correspondiente tensión de salida del convertidor digital-analógico. Aquí sube la tensión U como está dibujado y con ello también la frecuencia f_1 .

15. Siguen siete impulsos 88 en la salida r que hacen pasar el escalón contador a través del estado de contador 0 al estado de contador -2 y a través de la conducción 47 conmuta el convertidor digital-analógico a una polaridad negativa de manera que su tensión de salida se vuelve negativa, como está representado en la tercera fila de la figura 13. La tensión U en la salida del integrador 32 se reduce de ésta manera de nuevo y se aproxima a su valor estacionario que corresponde a la frecuencia f_{11} . Los ulteriores impulsos en las salidas v y r producen una ulterior oscilación hacia éste valor.

25. Naturalmente se puede hacer de distinto tamaño los distintos escalones de tensión del convertidor digital-analógico 33, por ejemplo, de manera que la posición del contador "1" corresponde a una tensión de 0,1 voltio, la posición del contador "2" a una tensión de 0,3 voltios, la posición del contador "3" una tensión de 0,6 voltios,

30.



la posición de contador "4" a una tensión de 0,9 voltios, etc. Con éstas mediadas se puede mejorar especialmente la estabilidad en estado estacionario, ya que actúan en forma similar a un retorno D.

5. La figura 6 muestra la conexión del escalón diferenciador 50, es decir un circuito que sirve para suprimir los impulsos de dos series de impulsos paralelos cuando dos de éstos impulsos temporalmente coinciden como mínimo parcialmente. Con éste circuito se logran dominar todos los casos de coincidencia que se presentan durante el servicio, tal y como está representado en ejemplos en la figura 7.

10. El circuito según la figura 6, que también se puede denominar como puerta de coincidencia tiene dos entradas 53 y 54 y dos salidas v y r. A la entrada 53 se alimenta por una parte la secuencia de impulsos 10, por otra parte la secuencia de impulsos inversa $\overline{10}$ (diez inversa). Asimismo se alimenta a la entrada 53 la secuencia de impulsos 12 y la secuencia de impulsos inversa a ella $\overline{12}$. En la figura 7 se han señalado los impulsos de la secuencia de impulsos 10 y 12 mediante un debil rayado. Con "0E" se denomina cada vez en estado sin señal y con "L" el estado con señal. (En la literatura se emplea frecuentemente en lugar de "L" también "1").

20. Mediante una puerta por conjunción (AND-gate) 90 con salida negativizada se obtiene de las dos secuencias de impulsos 10 y 12 una secuencia de impulsos $\overline{10 \& 12}$ que en la figura 7 está denominada como tal y cuyos impulsos tropiezan con su flanco delantero contra un multivibrador monoestable 91 (trigger) que en su salida produce impulsos 15 prolongados que, a través de un

30.



C. 1968

- así llamado escalón de elevación 92, se desplazan en una tensión determinada con lo cual se obtiene una secuencia de impulsos 16 (figura 7). La función del escalón de elevación se obtiene de una comparación de las
5. secuencias de impulsos 15 y 16 en la figura 7. La secuencia de impulsos 16 se alimenta cada vez a una de las entradas de dos puertas por conjunción (AND-gate) 93 y 94 a cuyas salidas se ha conectado cada vez un multivibrador monoestable 95 y 96 de duración de impulsos
10. relativamente cortos t_p , referido a la duración de im-pulso de los impulsos 10 y 12. La salida del multivibra-dor 95 sirve como salida v del escalón diferenciador 50; en él aparecen impulsos 17. La salida del multivibrador 96 sirve como salida r del escalón diferenciador 50, en
15. el aparecen impulsos 18.

Los impulsos inversos $\overline{10}$ (vease segunda fila de la figura 7) tropiezan con sus flancos traseros contra un multivibrador monoestable 97; sus impulsos de salida 13 son algo más largos que los impulsos 10 y están en fase con éstos. Los flancos traseros de los impulsos 13 se diferencian en un miembro diferenciador 98 y dan impulsos en forma de aguja 13', que se alimentan a la

20. segunda entrada de la puerta por conjunción (AND-gate) 93.

Los impulsos inversos $\overline{12}$ (vease cuarta fila de la figura 7) tropiezan con sus flancos traseros contra un multivibrador monoestable 99; sus impulsos de salida 14 son algo más largos que los impulsos 12 y están en fase con éstos. Los flancos traseros de los impulsos 14 se

25. diferencian en un miembro de diferenciador 100 y dan im-

30.



pulsos en forma de aguja 14', que se alimentan a la segunda entrada de la puerta por conjunción (AND-gate) 94.

5. La señal en la salida del escalón elevador 92 sirve como información de que no existe una coincidencia de impulsos. Solo cuando la señal 16 deja libres las puertas de conjunción (AND-gate) 93 y 94 pueden tropezar los impulsos en forma de aguja 13' o 14' contra los multi vibradores 95 y 96 y producir los impulsos de salida 17 o 18.

10. En la figura 7 se han representado en la primera fila (secuencia de impulsos "10") siete impulsos y en la tercera fila (secuencia de impulsos "12") seis impulsos. De éstos trece impulsos en conjunto coinciden temporalmente 10 impulsos de manera que en la salida v solamente se presentan dos impulsos 17 y en la salida r solamente un impulso 18. También en otros posibles casos de coincidencias se obtiene el mismo resultado, es decir, en cualquier clase de coincidencia temporal de dos impulsos se suprimen con el circuito presente según la figura 6 estos dos impulsos.

20. El circuito según la figura 6 tiene naturalmente importancia para otras disposiciones distintas a la disposición según las figura 2 y 15. Se puede anteconectar, por ejemplo, también ventajosamente en las disposiciones según las figura 1 y 14 a las entradas del contador 34.

25. La figura 4 muestra el circuito de un escalón de adición, por ejemplo del escalón de adición 35 en las figuras 1 y 14 o de los escalones de adición 55 y 56 en las figuras 2 y 15. Las señales de entrada se denominan

30.



1 Cr 1968

por lo tanto con 1 y 2. Estas se han representado en la primera y en la tercera fila de la figura 5. Los impulsos se han señalado allí mediante rayado para su mejor apreciación.

5. En la salida del escalón de adición se han previsto dos puertas por conjunción (AND-gate) 102 y 103 con salida negativizada y dos puertas por conjunción (AND-gate) 104 y 105. Para las dos entradas de la puerta por conjunción 102 se alimentan las señales 1 y 2 de manera que en su salida se presenta una señal $\bar{1} \& \bar{2}$, cuyo flanco trasero se diferencia por un miembro diferenciador 106 de manera que se obtiene allí impulsos en forma de aguja 3', que a través de un diodo 107 se alimentan a un conductor común 108.
10. A las dos entradas de la puerta por conjunción 103 se alimentan las señales $\bar{1}$ y $\bar{2}$ de manera que en su salida se obtiene una señal $\bar{1} \& \bar{2}$ cuyo flanco trasero se diferencia por un miembro diferenciador 109 obteniéndose allí impulsos en forma de aguja 4' que se alimentan, a través de un diodo 110, al conductor 108.
15. A las dos entradas de la puerta por conjunción 104 se alimentan las señales 1 y $\bar{2}$ de manera que en su salida se obtiene una señal $1 \& \bar{2}$ cuyo flanco trasero se diferencia por un miembro diferenciador 111 de manera que allí se obtienen impulsos en forma de aguja 5' que, a través de un diodo 112, se alimentan al conductor 108.
20. A las dos salidas de la puerta por conjunción 105 se alimentan las señales $\bar{1}$ y 2 de manera que en su salida se obtiene una señal $\bar{1} \& 2$ cuyo flanco trasero se diferencia por un miembro diferenciador 113 de manera que
- 25.
- 30.



19 DIC. 1966

allí se obtienen impulsos en forma de agujas 6' que, a través de un diodo 114, se alimentan al conductor 108.

5. En el conductor 108 se superponen todos los impulsos en forma de aguja 3', 4', 5', 6', a una secuencia de impulsos común 7 (fila inferior de la figura 5). Si coinciden varios impulsos en forma de aguja, por ejemplo, en la figura 5 los impulsos en forma de aguja denominados con a y b de la secuencia de impulsos 4' y 6' entonces se superponen éstos a un solo impulso, aquí denominado con c de la secuencia de impulsos 7.

10. Al conductor 108 se ha conectado la entrada de un multivibrador monoestable 115, cuyo tiempo de impulsos t_q (figura 5) es más breve que el tiempo de impulso de los impulsos de entrada. Cuando la duración de los impulsos de entrada 1 y 2 son iguales e iguales a T entonces tiene que valer para una distancia de impulso mínima deseada t_{min} en la salida del multivibrador 115 $T = t_q + t_{min}$. La secuencia de impulsos 7 actúa sobre el multivibrador 115 de manera que en su salida se forma una secuencia de impulsos 8 (última fila de la figura 5). Este número de impulsos por unidad de tiempo es igual al número de impulsos de la secuencia de impulsos 1 y 2 en la misma unidad de tiempo. Por ejemplo tiene la secuencia de impulsos uno en la figura 5 seis impulsos, la secuencia de impulsos 2 tiene 5 impulsos y la secuencia de impulsos 8 tiene once impulsos más cortos, que entre sí tienen una distancia mínima temporal t_{min} .

30. Se aprecia que también el circuito según la



19 DIC 1968

figura 4 tiene aplicación general y se puede utilizar para otras disposiciones que aquellas según las figuras 1, 2, 14 y 15.

5. La figura 15 muestra una variante de circuito de la figura 2. Se muestran solamente aquellas partes que se conectan en forma distinta a aquellas según la figura 2. En la entrada 58 del escalón de adición 55 se han conectado aquí la frecuencia constante $c \cdot f_m$ del oscilador 64 y a la entrada 62 del escalón de adición 56 se ha conectado el oscilador 61 gobernado por el emisor de valor nominal 39, y que cede la frecuencia $c \cdot f_2'$.
- 10.

15. La figura 16 muestra la frecuencia f_2' en dependencia de la frecuencia de deslizamiento f_2 . Si se pasa de servicio como motor a servicio como generador entonces disminuye f_2' y habiendo sincronismo ($f_2 = 0$) es igual a la frecuencia constante f_m . Como demuestra una comparación de la figura 3 y la figura 16 transcurren las frecuencias f_2' para los ejemplos de ejecución según las figuras 2 y 15 en forma simétrica.
- 20.

25. La disposición según la figura 15 trabaja en igual forma que la de la figura 2. Por ejemplo son totalmente idénticas las proporciones en el sincronismo, es decir para $f_2' = f_m$, como demuestra una breve comparación de los circuitos.

30. La figura 11 puede servir también como explicación de la figura 15 y esto para servicio para generador con las siguientes características: $f_n = 100$ Hz; $f_2' = 33$ Hz; $f_m = 38$ Hz; $f_1 = 95$ Hz. Se obtienen aquí para las distintas filas de la figura 11 los siguientes



significados:

1. fila se mantiene
2. fila en lugar de $c. f_n$ ahora $c. f_1$
3. " " " I_1 " I_2
5. 4. " " " $c. f_1$ " $c. f_n$
5. fila se mantiene
6. " en lugar de I_2 " I_1
7. " " " v " r
8. " " " r " v

10. Las explicaciones dadas para la figura 11 va len en forma correspondiente también para el presente caso. Asimismo las explicaciones del servicio como motor son posibles a base de la figura 11 con los siguientes datos: $f_n = 95$ Hz; $f_2' = 43$ Hz; $f_m = 38$ Hz; $f_1 =$
15. 100 Hz. Se hace observar aquí que f_m se mantiene naturalmente igual para el servicio como generador como para el servicio como motor.

También en las disposiciones según las figuras 2 y 15 se puede prever en igual forma una regulación de la velocidad como se ha dibujado esto en la figura 1.
20.

La presente invención permite, por lo tanto, graduar arbitrariamente y muy rápidamente la frecuencia de deslizamiento y con ello el par de torsión de una máquina asíncrona, y esto mediante una recogida de la frecuencia en forma digital y por lo tanto con una exactitud muy alta.
25.

N O T A

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



- debe hacerse constar que las disposiciones anteriormente indicadas son susceptibles de modificaciones de detalle en cuanto no alteren su principio fundamental. También se hace constar que el invento corresponde a una solicitud de patente presentada en Suiza con el nº. 18011/67 de 20 de Diciembre de 1967, acogiéndose por lo tanto a los beneficios que conceden los Convenios Internacionales en vigor, siendo lo que constituye la esencia del referido invento y por lo que se solicita
5. Patente de Invención por 20 años en España sobre: "PERFECCIONAMIENTOS EN SISTEMAS PARA LA REGULACION DE LA FRECUENCIA DE DESLIZAMIENTO DE UNA MAQUINA ASINCRONA", caracterizándose por lo siguiente:
10. 1.-Perfeccionamientos en sistemas para la regulación de la frecuencia de deslizamiento de una máquina asíncrona, que se alimenta de una fuente de energía con una tensión de frecuencia regulable, especialmente a través de un convertidor ondulator, habiéndose desarrollado la fuente de energía preferentemente de manera que pueda recibir la energía retornada de la máquina asíncrona, caracterizados porque dicho sistema se desarrolla como circuito de regulación que contiene un escalón contador digital, que cuenta en dos direcciones, tal como un contador hacia adelante y hacia atrás, a una de cuyas entradas del contador, para contar en una dirección, se le alimenta una primera secuencia de impulsos cuya frecuencia por unidad de tiempo depende de la frecuencia de la tensión de la frecuencia regulable y, a cuya otra entrada del contador, para contar en sentido opuesto, se le alimenta una segunda secuencia de impul-
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.

19 DIC. 1953



5. sos, cuya frecuencia, por unidad de tiempo, depende como mínimo de la velocidad del árbol de la máquina asíncrona, dependiendo una de éstas secuencia de impulsos, además, de la frecuencia de deslizamiento deseada y porque el estado del contador del escalón contador regula, a través de un convertidor digital analógico y un amplificador integrador conectado a continuación de éste, la frecuencia de la tensión de la frecuencia regulable.
10. 2.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1, caracterizados porque la tensión de salida en el escalón integrador se alimenta a un oscilador cuya frecuencia de oscilación depende de la tensión y porque esta frecuencia regula la frecuencia de la tensión de frecuencia regulable.
15. 3.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1 o 2, caracterizados porque la frecuencia de deslizamiento deseada actúa aditivamente sobre la frecuencia de impulsos por unidad de tiempo de la secuencia de impulsos dependiente de la frecuencia de deslizamiento deseada.
20. 4.- Perfeccionamientos según la reivindicación 3, caracterizados porque como magnitud de guía para la frecuencia de deslizamiento deseada se emplea una secuencia de impulsos cuya frecuencia de impulsos, por unidad de tiempo, varía aproximadamente lineal al variar la frecuencia del deslizamiento, de servicio como generador a servicio como motor.
25. 5.- Perfeccionamientos según la reivindicación 4, caracterizados porque, con la frecuencia de
- 30.



- deslizamiento máxima permisible en el servicio, la frecuencia de impulsos por unidad de tiempo de la secuencia de impulsos, que sirve como magnitud de guía para la frecuencia de deslizamiento deseada, es aún superior a 0.
- 5.
- 6.- Perfeccionamientos según la reivindicación 3 y como mínimo una de las reivindicaciones 4 o 5, caracterizados porque ésta frecuencia de impulsos, por unidad de tiempo, de la secuencia de impulsos no dependiente de la frecuencia de deslizamiento se ha aumentado en un número de impulsos previamente determinado por unidad de tiempo.
- 10.
- 7.- Perfeccionamientos según la reivindicación 6, caracterizados porque el número de impulsos previamente determinado por unidad de tiempo es igual a la frecuencia de impulsos por unidad de tiempo que muestra la secuencia de impulsos que sirve como magnitud de guía para la frecuencia de deslizamiento deseada, con la frecuencia de deslizamiento deseada 0.
- 15.
- 8.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1 y como mínimo una de las reivindicaciones anteriores, caracterizados porque en ambas entradas del escalón contador se anteconecta una puerta de coincidencia que, al superponerse temporalmente dos impulsos en ambas entradas del escalón contador, suprime éstos dos impulsos.
- 20.
- 25.
- 9.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1 o como mínimo una de las reivindicaciones anteriores, caracterizados porque dentro del circuito de regulación se emplean frecuencia que, con relación a
- 30.



las frecuencias reales en la máquina asíncrona, están elevadas en un factor determinado, común para todas las frecuencias.

5. 10.- Perfeccionamientos según la reivindicación 8, caracterizados porque al emplear un sistema trifásico para la alimentación de la máquina asíncrona las frecuencias se aumentan en el factor $n \cdot 6$ siendo n un número entero de la serie de los números naturales.
10. 11.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1 o como mínimo una de las reivindicaciones anteriores, caracterizados porque para producir una segunda secuencia de impulsos, cuya frecuencia de impulso por unidad de tiempo sea igual a la suma de la frecuencia de impulsos por unidad de tiempo de dos secuencias de impulso alimentadas, se prevé un escalón de adición.
15. 12.- Perfeccionamientos según la reivindicación 11, caracterizados porque se prevén dos escalones de adición alimentándose a uno de éstos escalones de adición una frecuencia dependiente de la frecuencia de la tensión de frecuencia regulable y una frecuencia dependiente de la frecuencia de deslizamiento deseada, mientras que al otro escalón de adición se le alimenta una frecuencia dependiente del número de revoluciones del árbol de la máquina asíncrona y una frecuencia de magnitud previamente determinada que es igual a la frecuencia de la frecuencia dependiente de la frecuencia de deslizamiento deseada con un deslizamiento deseado igual a 0, y porque la secuencia de impulsos a la salida de uno de los escalones de adición se alimenta a la
- 20.
- 25.
- 30.



entrada del contador para contar en un sentido, y la secuencia de impulsos a la salida del otro escalón de adición a otra entrada del contador para contar en sentido opuesto.

5. 13.- Perfeccionamientos según una de las reivindicaciones 8 y 12, caracterizados porque las dos secuencia de impulso se alimentan a ambas entradas contadoras a través de una puerta de coincidencia.

10. 14.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1 o una de las reivindicaciones anteriores, caracterizados porque en la puerta de coincidencia para suprimir los impulsos que coincidan como mínimo parcialmente de dos secuencia de impulsos separadas, la duración de los impulsos de cada secuencia de impulsos se

15. prolonga en una duración mínima determinada, porque además se forma una señal que solamente existe cuando no se presenta una coincidencia de señales y cuyo flanco trasero tropieza, cada vez, contra un primer multivibrador monoestable, y porque cada vez los flancos traseros de los impulsos prolongados y la señal de salida del primer multivibrador se alimentan a una puerta por conjunción de un multivibrador de salida de manera que éste cede entonces solamente un impulso cuando el primer multivibrador monoestable no cede ningún impulso y simultáneamente existe un flanco trasero de un impulso prolongado.

20. 15.- Perfeccionamientos según las reivindicaciones anteriores, caracterizados porque se dispone un escalón de adición para la suma continua de una primera y una segunda secuencia de impulsos a una sola secuencia de impulsos cuyo número de impulsos por unidad

30.

19 DIC. 1968



- de tiempo correspondiente al número de impulsos total por unidad de tiempo de la secuencia de impulsos alimentados como señales de entrada, 1 formandose 4 señales de las cuales la primera está presente cuando exista una conjunción negatizada de ambas señales de entrada, la segunda cuando existe como mínimo una de las dos señales de entrada, el tercero cuando existe una señal de entrada de la primera secuencia de impulsos y ninguna señal de entrada de la segunda secuencia de impulsos y la cuarta cuando existe una señal de entrada de la segunda secuencia de impulsos y no existe una de la primera secuencia de impulsos y porque los flancos traseros de éstas cuatro señales gobierna un miembro de salida común, especialmente un multivibrador monoestable.
5. 16.- Perfeccionamientos según la reivindicación 14, caracterizados porque la duración de impulsos del miembro de salida común es, en la distancia mínima deseada entre dos impulsos de salida, más corta que la duración de impulso de los impulsos de entrada.
10. 17.- Perfeccionamientos según la reivindicación 11, caracterizados porque se prevén dos escalones de adición alimentándose a uno de éstos escalones de adición una frecuencia dependiente de la frecuencia de la tensión de la frecuencia gobernable y una frecuencia de magnitud determinada, mientras que al otro escalón de adición se le alimenta una frecuencia dependiente del número de revoluciones del árbol de la máquina asíncrona y una frecuencia dependiente de la frecuencia de deslizamiento deseada y en la que la frecuencia
15. 20.
- 25.
- 30.



- de magnitud previamente determinada es igual a la frecuencia dependiente de la frecuencia de deslizamiento deseada con el deslizamiento deseado 0, y porque la secuencia de impulsos a la salida de uno de los escalones de adición se alimenta a la entrada del contador para contar en un sentido, y la secuencia de impulsos a la salida del otro escalón de adición a la entrada del contador para contar en sentido opuesto.
5. 18.- Perfeccionamientos según la reivindicación 17, caracterizados porque las dos secuencia de impulsos se alimentan a ambas entradas del contador a través de una puerta de coincidencia.
10. 19.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1 o una de las reivindicaciones anteriores, caracterizados porque el escalón contador, al alcanzar el estado de contador máximo previsto, bloqueda la entrada de impulsos que aumenten éste estado del contador.
15. 20.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1 o una de las reivindicaciones anteriores, caracterizados porque el escalón contador, al hacer transición desde una zona positiva del estado contador a una zona negativa del estado del contador, o a la inversa, invierte el signo de la tensión de salida del convertidor digital-analógico de manera que a cada signo del estado del contador corresponde un signo determinado de la tensión de salida de éste convertidor.
20. 21.- Perfeccionamientos según las reivindicaciones anteriores, caracterizados porque cuando se emplea el sistema en un vehículo comunal se preve una regulación de velocidad en la que la frecuencia de deslizamiento
25. 30.

19 DIC. 1968

5. miento se regula en un circuito de regulación subordinado a un valor previamente dado por la regulación de la velocidad, porque la fuente de energía se desarrolla como batería y porque el emisor para la regulación de la frecuencia de deslizamiento deseada se desarrolla en forma de pedal de gas.

10. 22.- Perfeccionamientos en sistemas para la regulación de la frecuencia de deslizamiento de una máquina asíncrona, tal y como queda sustancialmente descrito en la presente Memoria y en los dibujos adjuntos.

Esta Memoria consta de cuarenta y dos hojas escritas a máquina por una sola cara.

19 DIC. 1968
Madrid,

ROBERT BOSCH GMBH.

A. GOMEZ ACEBO Y MODEY
F. C. Firmado: F. Hernández Ruiz

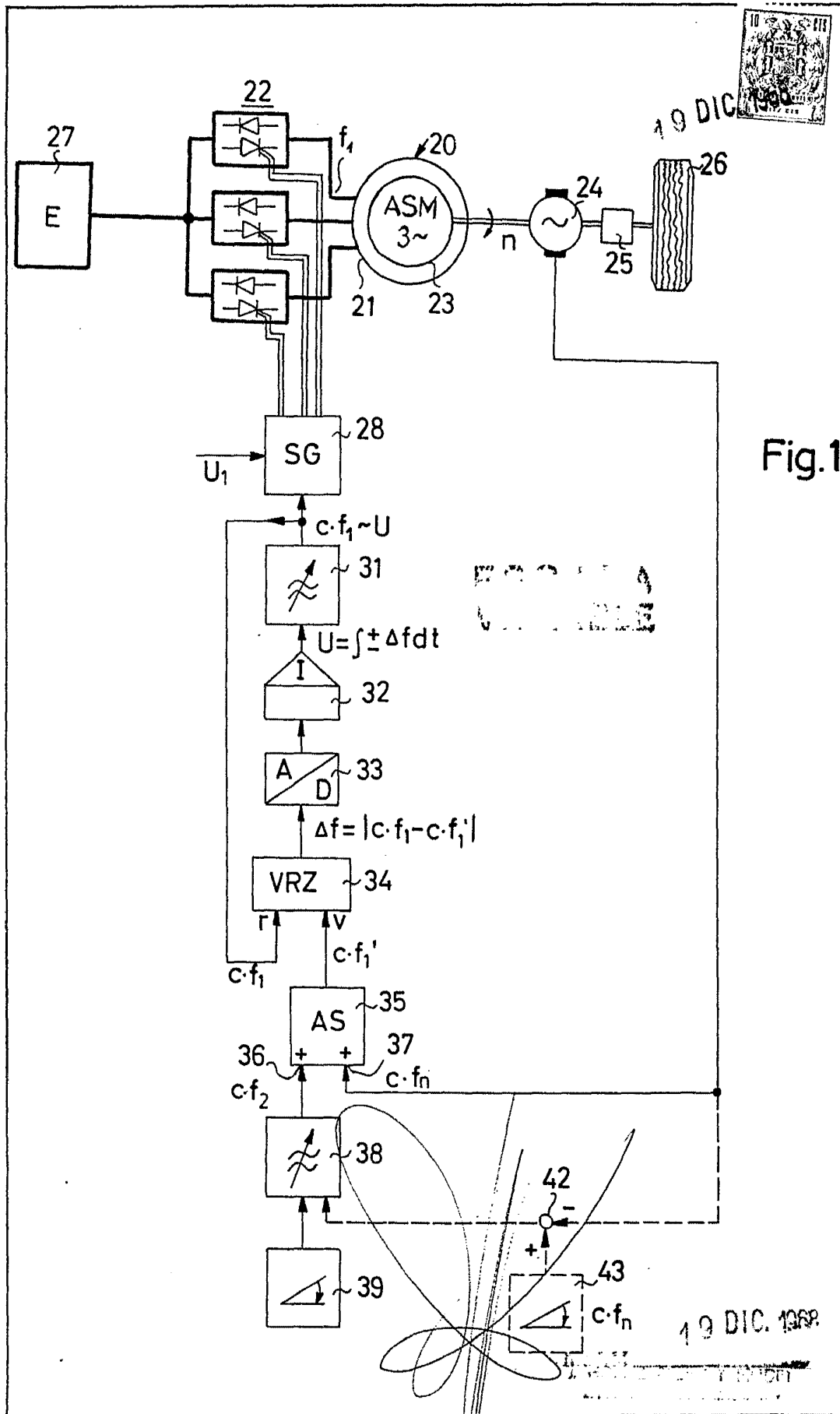


Fig. 1

PROTECTOR
PATENT

19 DIC. 1962

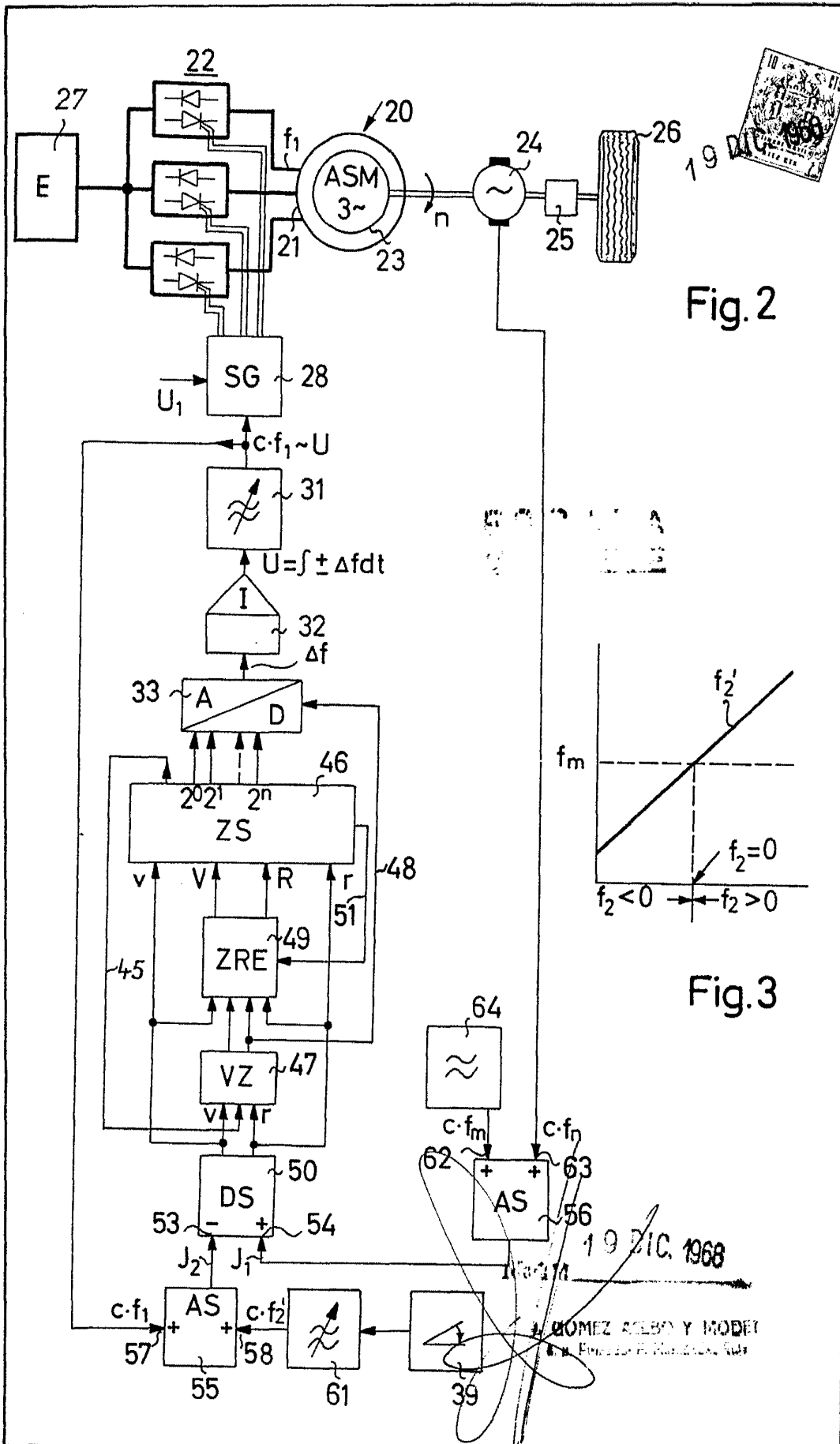


Fig. 2

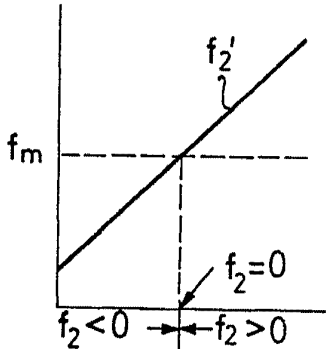


Fig. 3

19 DIC. 1968
 GOMEZ ACEBA Y MODESTO
 Ingenieros de Electricidad

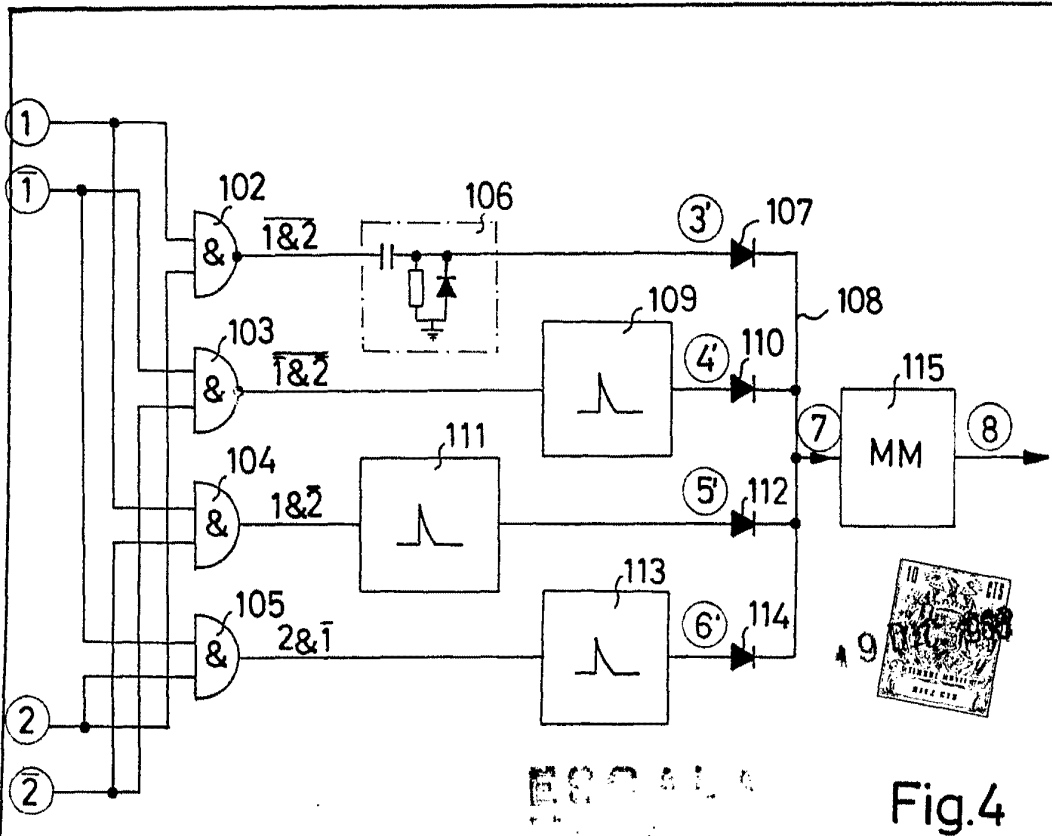


Fig.4

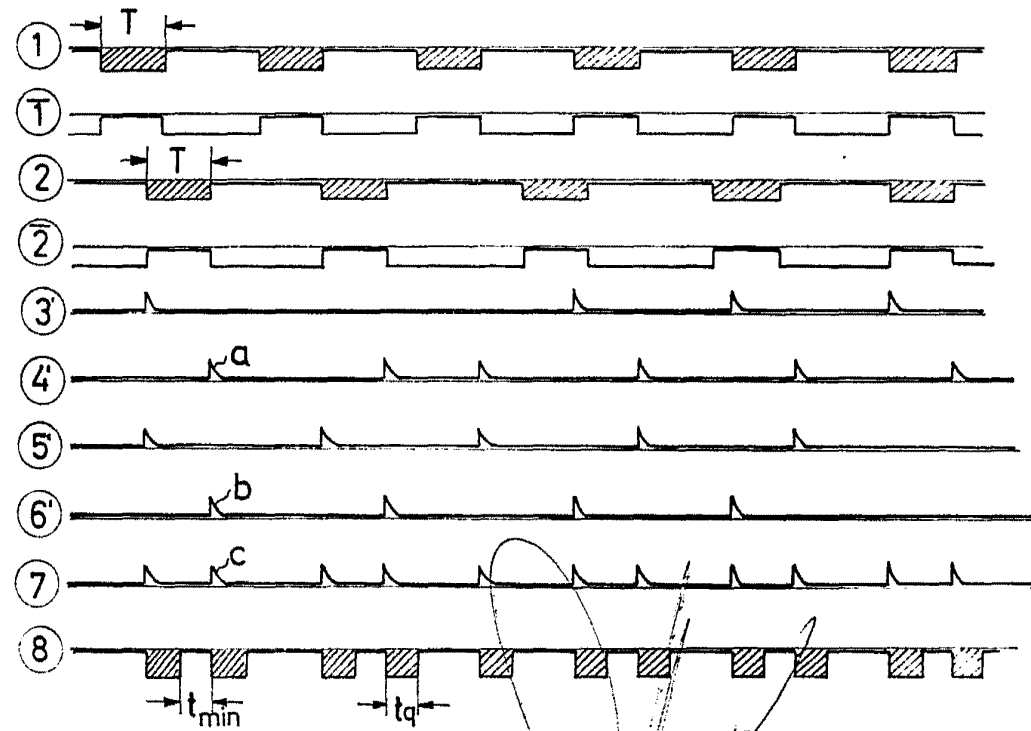
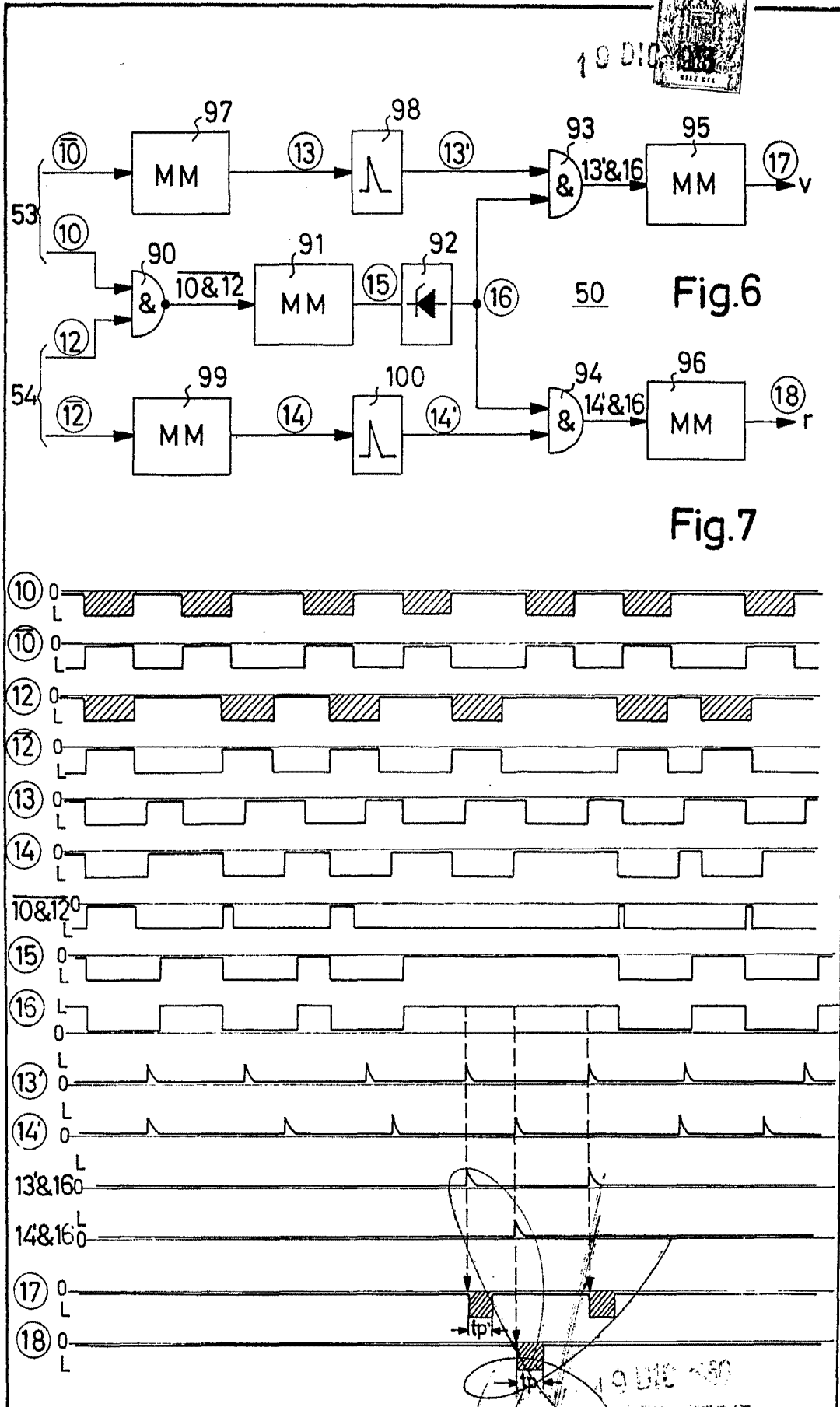


Fig.5

10 DIC. 1968
Madrid
A. GONZÁLEZ ADESO Y CA. S.A.



$$f_1 = f_n + f_2$$

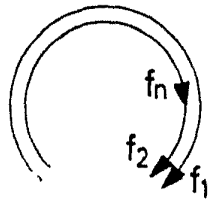


Fig.8

$$f_1 = f_n - f_2$$

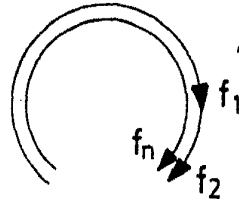
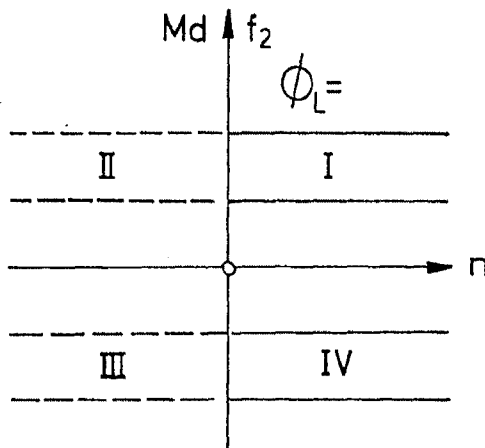


Fig.9

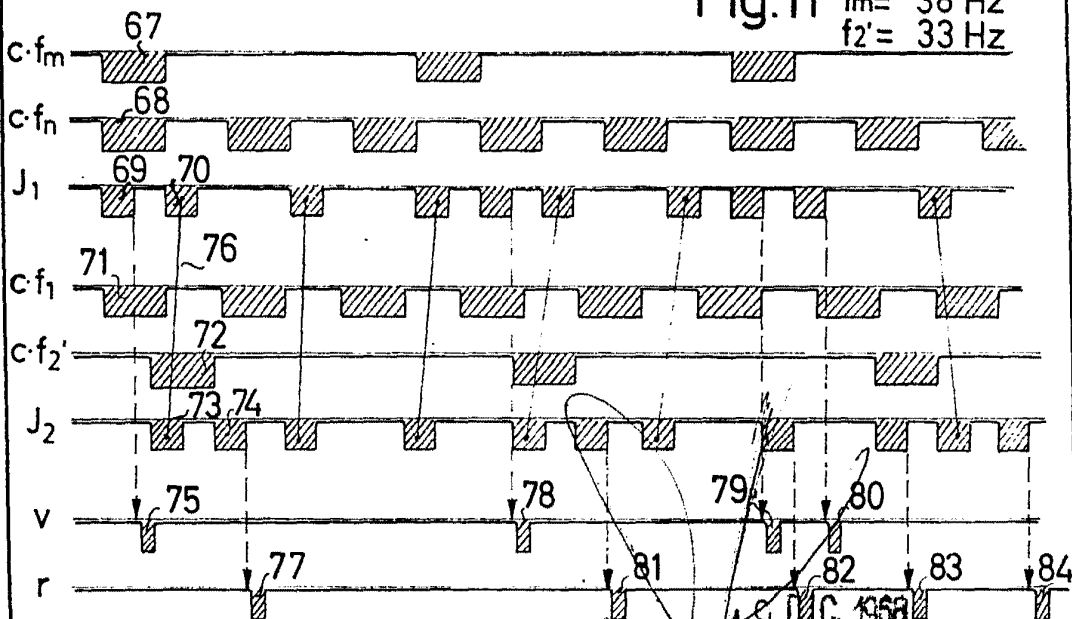


ESCALA
VARIABLE

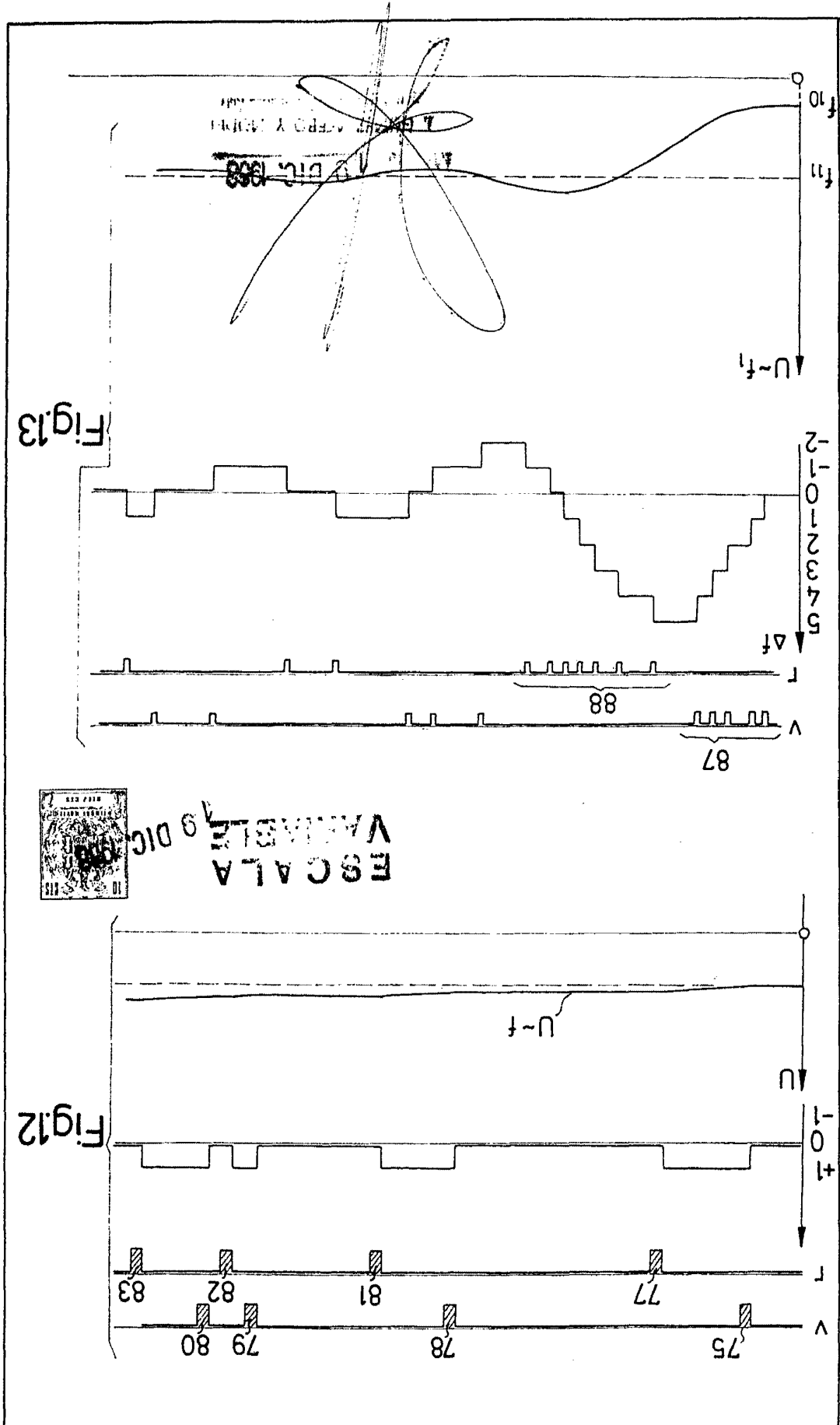
Fig.10

$f_1 = 100 \text{ Hz}$
 $f_n = 95 \text{ Hz}$
 $f_m = 38 \text{ Hz}$
 $f_2' = 33 \text{ Hz}$

Fig.11



Madrid, 19 DEC. 1959
 I. GÓMEZ ACEBO Y MORA
 S. F. E. Mas...



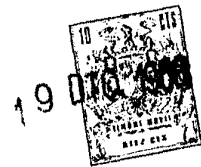
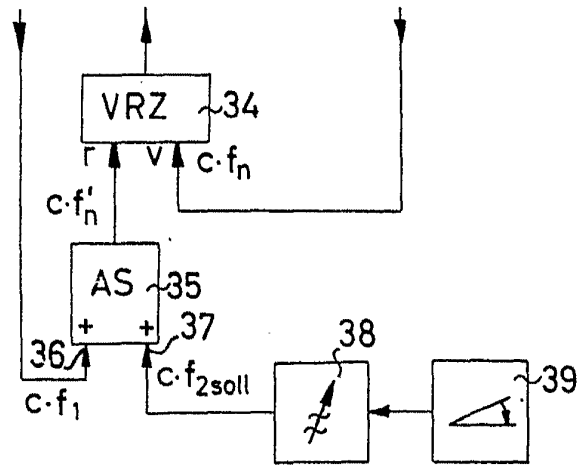


Fig.14

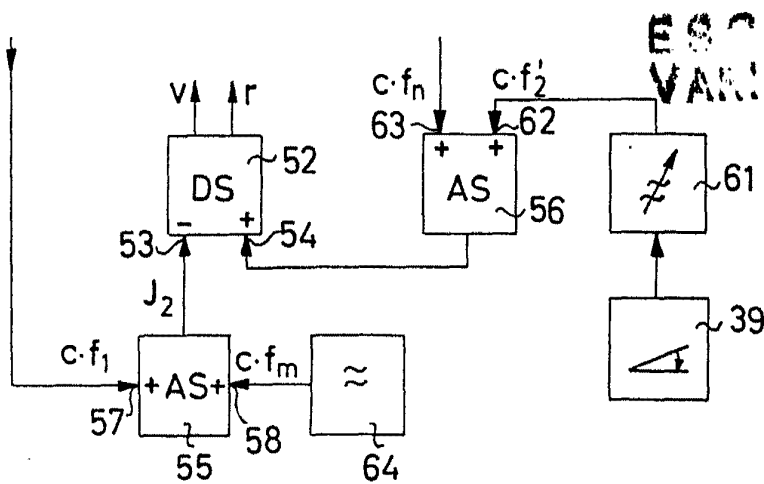


Fig.15

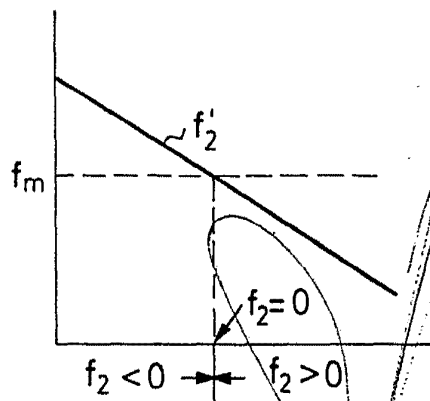


Fig.16

19 DIC 1983

Madrid

A. GOMEZ ACEBO Y MODEY