



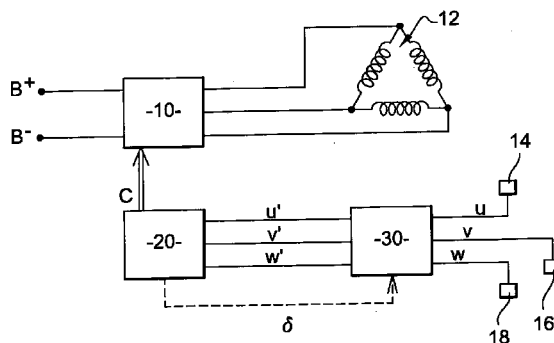
(22) Data de Depósito: 11/01/2007
(43) Data da Publicação: 19/04/2011
(RPI 2102)



(51) Int.Cl.:
H02P 6/14

(87) Publicação Internacional: WO 2007/083054 de 26/07/2007

(57) Resumo: MÁQUINA ELÉTRICA GIRATÓRIA POLIFÁSICA E ALTERNADOR-MOTOR DE ARRANQUE PARA VEÍCULO AUTOMOTIVO. A máquina de acordo com a invenção compreende um rotor, um estator (12), uma ponte de comando (10) de interruptores comandados, e um dispositivo de comando (20, 30) que fornece sinais de comando (C) para a ponte de comando (10), o dispositivo de comando compreendendo meios (30) para aplicar a pelo menos um interruptor da ponte de comando um sinal de comando com um avanço de fase em relação a um sinal representativo da posição do rotor em relação ao estator. De acordo com a invenção, os ditos meios para aplicar compreendem meios (30) para regular o avanço de fase δ entre uma pluralidade de valores para uma velocidade de rotação do rotor dada.



“MÁQUINA ELÉTRICA GIRATÓRIA POLIFÁSICA E ALTERNADOR-MOTOR DE ARRANQUE PARA VEÍCULO AUTOMOTIVO”

Domínio da invenção

5 A invenção se refere a uma máquina elétrica giratória polifásica para veículo automotivo equipada com um dispositivo de comando, essa máquina elétrica giratória podendo ser eventualmente reversível como no caso dos alternadores-motores de arranque, e a um alternador-motor de arranque.

Estado da técnica

10 Uma máquina elétrica giratória compreende classicamente um rotor e um estator. Um desses elementos é percorrido por uma corrente contínua e gera assim um campo magnético constante e de orientação fixa em relação a esse elemento. O outro elemento compreende uma pluralidade de enrolamentos distintos e espaçados angularmente; cada enrolamento é
15 percorrido por uma corrente defasada em relação à corrente dos outros enrolamentos de maneira a criar um campo magnético giratório. A coexistência do campo de orientação fixa do primeiro elemento e do campo giratório do segundo elemento provoca a rotação desses elementos um em relação ao outro, quer dizer a rotação do rotor em relação ao estator.

20 As diferentes correntes são geralmente injetadas nos enrolamentos do elemento polifásico através de uma ponte formada por interruptores de potência (em geral diodos associados a transistores de potência).

25 Essa ponte de potência é em geral comandada por um módulo eletrônico que fixa os instantes de abertura e de fechamento dos interruptores e comanda assim a fase das diferentes correntes através dos enrolamentos.

A fim de determinar os instantes de comando dos interruptores, o módulo eletrônico utiliza correntemente sinais representativos da posição do rotor em relação ao estator, tal como por exemplo sensores de

posição regularmente distribuídos na circunferência da máquina giratória, que enviam cada um deles sinais periódicos na frequência de rotação do rotor e que são defasados um em relação ao outro.

5 No caso em que a máquina elétrica giratória é reversível, a ponte de potência desempenha o papel de uma ponte retificadora por ocasião do funcionamento em modo alternador da máquina.

10 Nesse âmbito, foi proposto pelo documento FR 2 823 030 permitir o funcionamento da máquina elétrica giratória como motor elétrico de acordo com dois modos de característica distintos, a saber um modo dito “motor de arranque” para o acionamento do motor térmico de um veículo e um modo dito “motor auxiliar” para o acionamento de um aparelho que necessita de um torque de valor inferior.

15 Para permitir o funcionamento de acordo com esses dois modos, o documento FR 2 823 030 propõe deslocar os sinais de comando da ponte de potência no tempo, na prática com o auxílio de uma permutação e de uma inversão dos sinais provenientes dos sensores de posição.

20 No entanto, de acordo com essa solução, a decalagem de fase é determinada de maneira biunívoca em função da velocidade pelos componentes do circuito analógico. A relação decalagem-velocidade é portanto fixa e não pode portanto notadamente ser adaptada às diferentes situações que podem ser encontradas (partida, assistência dinâmica,...). Além disso, a escolha dessa relação tem falta de flexibilidade visto que ela é determinada em função dos elementos de circuito utilizados. Essa concepção implica, por outro lado, a utilização de um circuito analógico com
25 características próprias para cada tipo de máquina que se deseja fabricar, o que complica a fabricação das máquinas a um nível industrial.

Objeto da invenção

Para evitar esses problemas e permitir assim notadamente uma maior flexibilidade na utilização da decalagem de fase dos sinais provenientes

dos sensores, a invenção propõe uma máquina elétrica giratória polifásica equipada com um dispositivo de comando aperfeiçoado.

A máquina elétrica giratória polifásica para veículo automotivo compreende um rotor, um estator, uma ponte de comando de interruptores comandados, e um dispositivo de comando que fornece sinais de comando para a ponte de comando, o dispositivo de comando compreendendo meios para aplicar a pelo menos um interruptor da ponte de comando um sinal de comando com um avanço de fase em relação a um sinal representativo da posição do rotor em relação ao estator.

De acordo com a invenção, os ditos meios para aplicar compreendem meios para regular o avanço de fase entre uma pluralidade de valores para uma velocidade de rotação do rotor dada.

De acordo com modos de realização não limitativos, o dispositivo de acordo com a invenção pode compreender uma ou várias das características seguintes:

Os meios para regular o avanço de fase são por exemplo próprios para regular o avanço de fase em uma faixa de valores para uma velocidade de rotação do rotor dada.

A fim de permitir um funcionamento especialmente eficaz da máquina, a faixa de valores pode ser definida como se segue: para uma velocidade de rotação em rotações por minuto, dada ω inferior a 1200 rpm, a dita faixa de valores tem como limite superior um ângulo igual em graus

a $60 + \frac{\omega}{30}$, e/ou por exemplo um limite inferior igual em graus a $\frac{3}{80} \cdot (\omega - 400)$;

para uma velocidade de rotação superior a 1200 rpm, a dita faixa de valores tem por exemplo como limite superior um ângulo de 100°.

De acordo com uma possibilidade de execução, é possível prever meios para determinar o avanço de fase a uma velocidade de rotação dada em função de uma informação relativa ao torque a gerar. O torque gerado pela máquina é assim regulado com o auxílio da decalagem escolhida.

É possível também prever determinar o avanço de fase a uma velocidade de rotação dada de tal modo que o rendimento da máquina seja máximo, o que pode ser vantajoso em certas aplicações.

De acordo com uma outra possibilidade de realização original em si, o avanço de fase é tal que a ponte de comando provoca uma rotação em sentido inverso da dita máquina. É possível assim comandar graças à decalagem de fase a direção de rotação da máquina.

Nesse caso, é possível por exemplo prever que, para uma velocidade de rotação superior a 1200 rpm, o avanço de fase está compreendido entre 200° e 270° , e/ou que, para uma velocidade de rotação em rotações por minuto dada ω inferior a 1200 rpm, o avanço de fase em graus é inferior a $230 + \frac{\omega}{20}$ e a 270° , e/ou superior a $90 + \frac{11}{120} \cdot \omega$.

Esses valores da decalagem de fase correspondem especialmente bem à rotação em sentido inverso.

A invenção propõe também um alternador-motor de arranque equipado com uma máquina elétrica giratória polifásica tal como brevemente descrita acima.

Breve descrição das Figuras

Outras características e vantagens da invenção aparecerão à luz da descrição que se segue, feita em referência aos desenhos anexos nos quais:

- a figura 1 representa os elementos de circuito elétrico de uma máquina elétrica giratória polifásica que compreende um bloco de avanço de fase;
- a figura 2 representa um modo de realização do bloco de avanço de fase da figura 1 que compreende um circuito misturador;
- as figuras 3 e 4 representam modos possíveis de realização de um circuito misturador da figura 2;
- a figura 5 representa uma variante de realização do circuito

misturador.

- as figuras 6 e 7 representam exemplos de escolhas possíveis para o valor de decalagem de fase δ em função da velocidade de rotação ω da máquina giratória.

5 Descrição detalhada de modos de realização não limitativos da invenção

A figura 1 representa os elementos essenciais do circuito elétrico de uma máquina elétrica giratória polifásica, por exemplo reversível do tipo alternador-motor de arranque.

10 Uma tal máquina compreende uma ponte de potência 10 que alimenta as três fases de um estator trifásico 12 a partir de uma tensão gerada entre dois bornes B^+ , B^- de uma bateria de alimentação.

A ponte de potência 10 é formada por interruptores (não representados) que são comandados por sinais de comando C de modo que os
15 diferentes enrolamentos do estator 12 sejam percorridos por sinais deslocados de 120° um em relação ao outro.

Os sinais de comando C são gerados por um módulo eletrônico de comando com base em sinais U, V, W provenientes de três sensores lineares 14, 16, 18 distribuídos igualmente na circunferência da máquina
20 giratória.

Precisamente, os sinais U, V, W provenientes dos sensores são tratados por um dispositivo de comando chamado bloco de avanço de fase 30 que fornece três sinais U' , V' , W' que correspondem aos sinais sensores U, V, W com um avanço de fase δ em relação a esses últimos.

25 Os sinais U' , V' , W' gerados pelo bloco de avanço de fase 30 são utilizados por um circuito de comando 20 para formar os sinais de comando C da ponte de potência 10.

O avanço de fase δ mencionado acima depende por exemplo da velocidade da máquina tal como medida com o auxílio dos sinais sensores

U, V W. O avanço de fase δ pode nesse caso ser determinado em tempo real dentro do bloco de avanço de fase 30 como descrito abaixo.

Em variante, é possível prever que o circuito de comando 20 gera um sinal ligado ao valor nominal de avanço de fase δ como indicado em traços pontilhados na figura 1. Para fazer isso, o circuito de comando compreende por exemplo um microcontrolador (que inclui um microprocessador) que determina a velocidade de rotação da máquina com base nos sinais U' , V' , W' e que deduz daí a decalagem de fase δ a utilizar, eventualmente também função de outras condições, tal como a fase de funcionamento. O valor de decalagem δ associado a uma velocidade e condição de funcionamento dadas é por exemplo memorizado dentro do microcontrolador em uma tabela de correspondência.

Quando a máquina funciona em modo alternador, a ponte de potência 10 desempenha o papel de uma ponte retificadora que assegura a transmissão da energia da máquina (e notadamente do estator 12) para a bateria (borne B^+ , B^-).

A figura 2 representa um primeiro modo de realização que pode ser considerado para o bloco de avanço de fase 30.

Nesse modo de realização, cada sinal U, V, W proveniente de um sensor 14, 16, 18 é aplicado a uma primeira entrada de um circuito dito “misturador” respectivamente 32, 32', 32'' cujos exemplos de realização serão dados na seqüência.

Cada circuito misturador 32, 32', 32'' recebe também em uma segunda entrada o sinal V, W, U proveniente de um sensor e que tem um avanço de fase de 120° em relação ao sinal sensor U, V, W recebido em sua primeira entrada.

Assim, cada circuito misturador 32, 32', 32'' recebe em sua primeira entrada um dos sinais sensores U, V, W e em sua segunda entrada o sinal sensor V, W, U em avanço de fase de 120° em relação àquele recebido

na primeira entrada.

Cada circuito misturador 32, 32', 32'' recebe também um sinal de comando PWM_{α} formado por pulsos com uma relação cíclica α . O sinal de comando PWM_{α} comanda a comutação de elementos de comutação dos circuitos misturadores 32, 32', 32'' como descrito mais abaixo.

No modo de realização representado na figura 2, o mesmo sinal de comando PWM_{α} é aplicado ao conjunto dos três misturadores 32, 32', 32''. Em variante, seria possível naturalmente prever sinais de comando específicos para cada circuito misturador.

No modo de realização representado na figura 2, o sinal de comando PWM_{α} é gerado em um pino de um microprocessador 34 do qual uma parte 35 é dedicada à geração desse sinal de comando PWM_{α} (por parte, entende-se aqui uma parte do software que comanda o microprocessador 34; em variante, seria possível considerar a realização da mesma função em lógica por cabo).

Como visível na figura 2, o microprocessador 34 recebe também os sinais U, V, W provenientes dos sensores 14, 16, 18 através de um primeiro disparador com histerese 36. Os sinais assim recebidos são destinados a uma parte 33 do microprocessador 34 dedicada à determinação da velocidade da máquina giratória.

A informação de velocidade de rotação assim determinada é notadamente utilizada no microprocessador 34 para determinar o avanço de fase a realizar pelo bloco de avanço de fase 30 em função do qual é determinada a relação cíclica α do sinal PWM_{α} a aplicar ao circuito misturador 32, 32', 32''.

A relação entre a velocidade determinada pela parte de determinação da velocidade 33 e a relação cíclica α (seja diretamente, seja por intermédio da decalagem de fase δ) é por exemplo memorizada em uma memória associada ao microprocessador 34 sob a forma de uma tabela de

correspondência.

A decalagem de fase δ desejada (e conseqüentemente a relação cíclica α utilizada) pode naturalmente depender de outros parâmetros que não sejam a velocidade de rotação da máquina giratória, tal como por exemplo o modo de funcionamento da máquina giratória. É possível nesse caso prever várias tabelas de correspondências como evocadas acima, cada tabela sendo utilizada em um modo específico de funcionamento da máquina giratória.

Como será visto na seqüência com o exame dos exemplos de realização dos circuitos misturadores 32, 32', 32'', esses últimos formam dois tipos de combinação diferentes dos sinais que eles recebem na entrada de acordo com que o sinal de comando PWM_{α} é de nível alto ou de nível baixo. (Entende-se aqui eventualmente por combinação, uma combinação na qual um dos dois sinais tem peso nulo, quer dizer que somente o outro sinal é transmitido).

A alternância dos dois tipos de combinação (sinais K_U , K_V , K_W) é emitida na saída de cada circuito misturador 32, 32', 32'' com destino a um filtro passa-baixas do qual a freqüência de corte é inferior à freqüência do sinal de comando PWM_{α} (quer dizer à freqüência de alternância dos dois tipos de combinação) de tal modo que o sinal filtrado forma a cada instante a média das combinações dos dois tipos, ponderada pela duração de cada uma delas, que dependem naturalmente da relação cíclica α do sinal de comando PWM_{α} .

A freqüência de corte de cada filtro passa-baixas 38, 38', 38'' é no entanto superior à freqüência dos sinais de U, V, W de maneira a deixar passa essa componente da informação. Vistas as velocidades de rotação clássicas das máquinas giratórias e a freqüência dos sinais sensores que decorre delas (tipicamente dentre 0 e 600 Hz), é utilizada por exemplo uma freqüência de corte de 10 kHz, o que permite utilizar, por exemplo também uma freqüência de 130 kHz para o sinal de comando.

O sinal filtrado F_U , F_V , F_W emitido por cada filtro passa-baixas

38, 38', 38'' é portanto uma combinação dos sinais sensores recebidos na entrada do circuito misturador 32, 32', 32'' correspondente no qual a influência de cada um dos sinais recebidos na entrada do circuito misturador 32, 32', 32'' correspondente depende da relação cíclica do sinal de comando PWM_α. Obtém-se assim um sinal do qual a fase está compreendida entre as fases dos sinais na entrada e é regulável por modificação da relação cíclica α do sinal de comando PWM_α.

Os sinais filtrados F_U, F_V, F_W são aplicados respectivamente a uma primeira entrada de segundos circuitos disparadores com histerese correspondentes 40, 40', 40'' que recebem cada um deles em uma segunda entrada a média dos sinais sensores U, V, W determinada por um circuito mediador 42 e por um filtro passa-baixas 43 do mesmo tipo que os filtros passa-baixas 38, 38', 38'' precedentemente mencionados. Nos vemos livres graças à utilização dos disparadores com histerese 40, 40', 40'' das decalagens de tensão geradas nos circuitos misturadores 32, 32', 32''.

Obtém-se assim na saída dos disparadores com histerese 40, 40', 40'' sinais U', V', W' que correspondem respectivamente aos sinais sensores na entrada U, V, W com um avanço de fase que depende da relação cíclica α do sinal de comando PWM_α.

A figura 3 representa um primeiro exemplo que pode ser considerado para a execução de cada um dos circuitos misturadores 32, 32', 32'' descritos acima. Esse exemplo é escrito como execução do circuito misturador 32 (que recebe na entrada o sinal U e o sinal V em avanço de fase de 120° em relação ao sinal U), mas se aplica de modo idêntico aos misturadores 32', 32'' aplicando-se respectivamente na entrada os sinais V e W, e os sinais W e U.

Nesse exemplo de realização, o primeiro sinal (aqui o sinal U) é aplicado a um nó que forma a saída através de um resistor R1, enquanto que o segundo sinal K_U (aqui o sinal V) é aplicado a esse mesmo nó através da

associação em série de um resistor R2 e de um interruptor K_0 comutado por comando do sinal de comando PWM_α .

Obtém-se assim na saída (quer dizer ao nível do nó precitado) um sinal K_U que depende somente do sinal sensor U por ocasião das fases do
 5 sinal de comando PWM_α que força a abertura do interruptor K_0 , enquanto que o sinal de saída K_U depende ao mesmo tempo dos sinais U e V (ponderado por outro lado de acordo com os resistores R1 e R2) por ocasião das fases do sinal de comando PWM_α que provocam o fechamento do interruptor K_0 . Essa solução permite portanto obter depois de filtração passa-baixas um sinal
 10 filtrado F_U .

É visto assim claramente que se obtém, para valores da relação cíclica α que variam entre 0 e 1, um sinal na saída F_U do qual a fase varia entre aquela do próprio sinal U (quando $\alpha = 0$) e uma fase próxima daquela do sinal V (ele próprio em avanço de fase de 120° em relação ao sinal U)
 15 quando $\alpha = 1$, escolhendo-se valores adequados para R1 e R2 (quanto maior R1 for em relação a R2, mais o avanço de fase F_U se aproxima de 120° para $\alpha = 1$).

A figura 4 representa um segundo exemplo de realização não limitativo para os circuitos misturadores 32, 32', 32'' da figura 2.

20 Como precedentemente, o exemplo descrito se aplica ao circuito misturador 32 mas se aplicaria de modo idêntico ao circuito misturador 32', 32''.

Nesse segundo exemplo, o sinal sensor U é transmitido a um nó que forma saída através da associação em série de um resistor R1 e de um
 25 interruptor K_1 , enquanto que o sinal sensor V é transmitido ao nó que forma saída através da associação em série de um resistor R2 e de um interruptor K_0 .

O interruptor K_0 é comutado em função do sinal de comando PWM_α enquanto que o interruptor K_1 recebe o mesmo sinal de comando PWM_α através de um inversor de tal modo que o interruptor K_1 é comutado

ao contrário do interruptor K_0 .

Nas fases em que o sinal de comando PWM_α provoca a abertura do interruptor K_0 , ele provoca assim o fechamento do interruptor K_1 de tal modo que o sinal de saída K_U (no nó que forma saída) só depende do
5 sinal sensor U.

Ao contrário, quando o sinal de comando PWM_α acarreta o fechamento do interruptor K_0 , ele acarreta também a abertura do interruptor K_1 de tal modo que o sinal de saída K_U só depende do sinal sensor V.

Essa solução permite obter, depois de filtragem passa-baixas, o
10 sinal filtrado F_U .

Como precedentemente, fazendo-se variar a relação cíclica α entre 0 e 1, obtém-se um avanço de fase do sinal F_U em relação ao sinal U variável, entre 0° (para $\alpha = 0$) e essa vez precisamente 120° (para $\alpha = 1$).

A figura 5 representa uma variante de realização de um
15 circuito misturador, de acordo com a qual o circuito misturador recebe na entrada os três sinais sensores U, V, W.

O sinal sensor U é transmitido a um nó que forma saída através de um resistor R1.

O sinal sensor V (em avanço de fase de 120° em relação ao
20 sinal U) é transmitido ao nó que forma saída através da associação em série de um resistor R2 e de um primeiro interruptor K_2 comandado por um primeiro sinal de comando PWM_α .

O sinal sensor W é no que lhe diz respeito transmitido ao nó que forma saída através de uma associação em série do mesmo tipo, a saber
25 um resistor R3 e um segundo interruptor K_3 comandado por um sinal de comando $PWM_{\alpha 2}$.

Obtém-se portanto, depois de filtragem passa-baixas como descrito precedentemente um sinal F_U .

O avanço do sinal na saída de fase pode assim variar entre 0° e

um valor ligeiramente inferior a 240° (escolhendo-se valores de resistência para as resistências R1, R2, R3 que tornam desprezíveis o sinal U no nó de saída K'_U quando o interruptor K_3 está fechado).

5 A figura 6 apresenta as relações que podem existir entre a
decalagem δ e a velocidade de rotação ω da máquina em um exemplo de
execução dessa última.

De acordo com esse exemplo, é distinguido o funcionamento
em baixa velocidade (aqui para velocidades de rotação ω inferiores a 1200
rpm) do funcionamento em velocidades superiores (aqui ω superior a 1200
10 rpm).

Em cada caso, a solução descrita precedentemente permite
considerar uma pluralidade de decalagens de fase δ possíveis para um valor
dado ω da velocidade de rotação da máquina giratória, por exemplo de acordo
com a utilização visada.

15 No entanto, a fim de obter um funcionamento correto do
conjunto, os valores de decalagem de fase utilizados δ são limitados a faixas
de valor como representado na figura 6.

Assim, para velocidades ω inferiores a 1200 rpm, é previsto
que o valor nominal de fase δ emitido pelo microprocessador 34 permanece
20 dentro de uma zona admitida A delimitada pelas
retas $\delta = \frac{3}{80} \cdot (\omega - 400)$ e $\delta = 60 + \frac{\omega}{30}$.

O valor da decalagem de fase δ não atinge nunca as zonas
proibidas I1 e I2 que correspondem respectivamente a valores de decalagem
de fase δ inferiores e superiores aos valores admitidos.

25 Do mesmo modo, o microprocessador 34 fornece para as
velocidades superiores (ω superior a 1200 rpm) um valor nominal de fase δ
inferior a 100° .

Nas faixas de valor admitidas (a saber a faixa A
precedentemente definida para os valores de velocidade de rotação ω

inferiores a 1200 rpm e a faixa formada pelos valores inferiores a 100° para as velocidades superiores a 1200 rpm), o valor do valor nominal de decalagem de fase δ pode ser determinado em função da velocidade de rotação ω em cada caso especial de utilização, por exemplo como já mencionado com o auxílio de uma tabela de correspondência memorizada em uma memória associada ao microprocessador 34.

Por exemplo, quando se busca uma geração de um torque máximo pela máquina giratória, a tabela de correspondência para essa utilização memoriza a correspondência entre a velocidade de rotação ω e a decalagem de fase δ dada pela curva $C_{\max}$ na figura 6.

Também é possível utilizar a máquina elétrica giratória para regular o torque a um certo valor. Em especial, quando essa máquina é associada a um motor térmico como no caso dos alternadores-motores de arranque, o valor nominal da decalagem de fase δ pode ser determinado em função do torque visado, como ilustrado na figura 6 na qual cada curva C_0 , C_1 , C_2 dá a relação entre a velocidade de rotação ω e a decalagem de fase δ que permite obter esse valor de torque.

Entre os valores de torque que podem assim ser considerados, é possível procurar atingir o torque no qual o rendimento é ótimo, caso no qual a relação entre os valores de velocidade de rotação ω e de decalagem de fase δ é dada pela curva C_r da figura 6.

A possibilidade de determinar de maneira flexível a decalagem de fase δ em função da velocidade de rotação ω permite também considerar valores que provocam a rotação da máquina giratória em um sentido de rotação oposto ao sentido classicamente considerado.

Assim, como é visível na figura 7, é possível prever fazer a decalagem de fase δ evoluir em uma faixa de valores admitidos A delimitada em sua parte inferior por uma reta de equação $\delta = 90 + \frac{11}{120} \cdot \omega$ para ω compreendido entre 0 e 1200 rpm e uma reta de equação $\delta = 200^\circ$ para ω

superior a 1200 rpm, e em sua parte superior, por uma reta de equação

$\delta = 230 + \frac{\omega}{20}$ para ω compreendido entre 0 e 800 rpm e $\delta = 270^\circ$ para ω superior a 800 rpm.

5 Foi notadamente representada na figura 7 uma curva $C_{\max}$ que dá a relação entre a velocidade de rotação ω e a decalagem de fase δ quando se procura maximizar o torque. Como precedentemente, outros valores de decalagem de fase δ poderão ser associados a velocidades ω para outras utilizações, ao mesmo tempo em que se permanece dentro da faixa A de valores admitidos definida precedentemente.

10 Os exemplos que precedem só representam modos possíveis de execução da invenção que não se limita a eles.

REIVINDICAÇÕES

1. Máquina elétrica giratória polifásica para veículo automotivo que compreende um rotor, um estator (12), uma ponte de comando (10) de interruptores comandados, e um dispositivo de comando (20, 30) que fornece sinais de comando (C) para a dita ponte de comando (10), o dispositivo de comando (20, 30) compreendendo meios (30) para aplicar a pelo menos um dito interruptor da dita ponte de comando (10) um sinal de comando (C) com um avanço de fase (δ) em relação a um sinal representativo da posição do dito rotor em relação ao dito estator, caracterizada pelo fato de que os ditos meios para aplicar (30) compreendem meios (32, 38, 34) para regular o avanço de fase (δ) entre uma pluralidade de valores para uma velocidade de rotação (ω) do rotor dada.

2. Máquina de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que os meios para regular o avanço de fase (δ) são próprios para regular o avanço de fase em uma faixa de valores (A) para uma velocidade de rotação do rotor dada.

3. Máquina de acordo com a reivindicação 2, caracterizada pelo fato de que, para uma velocidade de rotação em rotações por minuto dada ω inferior a 1200 rpm, a dita faixa de valores (A) tem como limite superior um ângulo igual em graus a:

$$60 + \frac{\omega}{30}.$$

4. Máquina de acordo com a reivindicação 2 ou 3, caracterizada pelo fato de que, para uma velocidade de rotação em rotações por minuto dada ω inferior a 1200 rpm, a dita faixa de valores (A) tem como limite inferior um ângulo igual em graus a:

$$\frac{3}{80} \cdot (\omega - 400).$$

5. Máquina de acordo com uma das reivindicações 2 a 4, caracterizada pelo fato de que, para uma velocidade de rotação superior a

1200 rpm, a dita faixa de valores tem como limite superior um ângulo de 100°.

5 6. Máquina de acordo com uma das reivindicações 1 a 5, caracterizada por meios para determinar o avanço de fase (δ) a uma velocidade de rotação (ω) dada em função de uma informação relativa ao torque a gerar ($C_{\max}$, C_0 , C_1 , C_2 , C_r).

10 7. Máquina de acordo com uma das reivindicações 1 a 6, caracterizada por meios para determinar o avanço de fase (δ) a uma velocidade de rotação dada (ω) de tal modo que o rendimento da máquina seja máximo.

8. Máquina de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizada pelo fato de que o avanço de fase (δ) é tal que a ponte de comando (10) provoca uma rotação em sentido inverso da dita máquina.

15 9. Máquina de acordo com a reivindicação 8, caracterizada pelo fato de que, para uma velocidade de rotação superior a 1200 rpm, o avanço de fase (δ) está compreendido entre 200° e 270°.

20 10. Máquina de acordo com a reivindicação 8 ou 9, caracterizada pelo fato de que, para uma velocidade de rotação em rotações por minuto dada ω inferior a 1200 rpm, o avanço de fase (δ) em graus é inferior a $230 + \frac{\omega}{20}$ e a 270°.

11. Máquina de acordo com uma das reivindicações 8 a 10, caracterizada pelo fato de que, para uma velocidade de rotação em rotações por minuto dada ω inferior a 1200 rpm, o avanço de fase (δ) em graus é superior a $90 + \frac{11}{120} \cdot \omega$.

25 12. Alternador-motor de arranque para veículo automotivo, caracterizado pelo fato de que ele é equipado com uma máquina de acordo com uma das reivindicações precedentes.

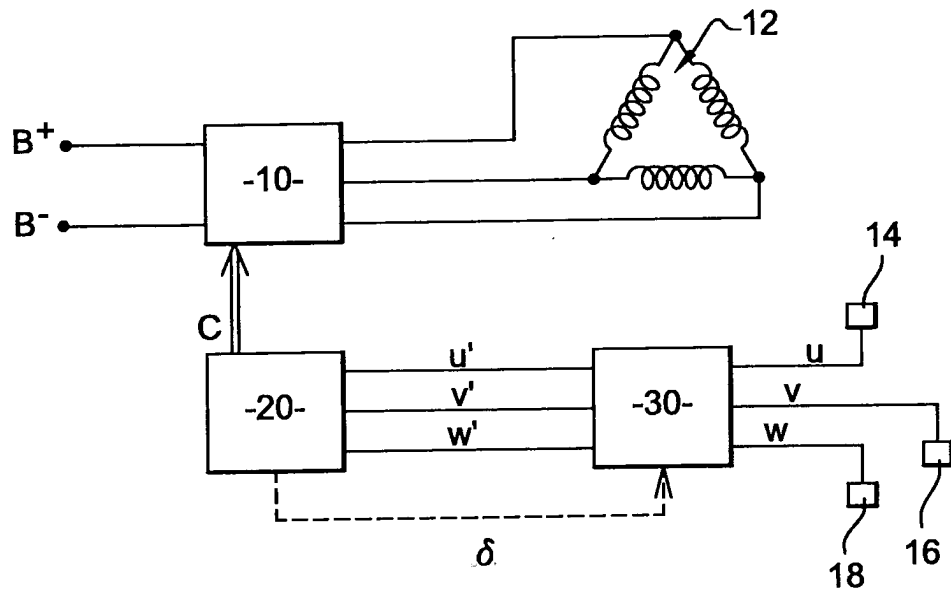


Fig. 1

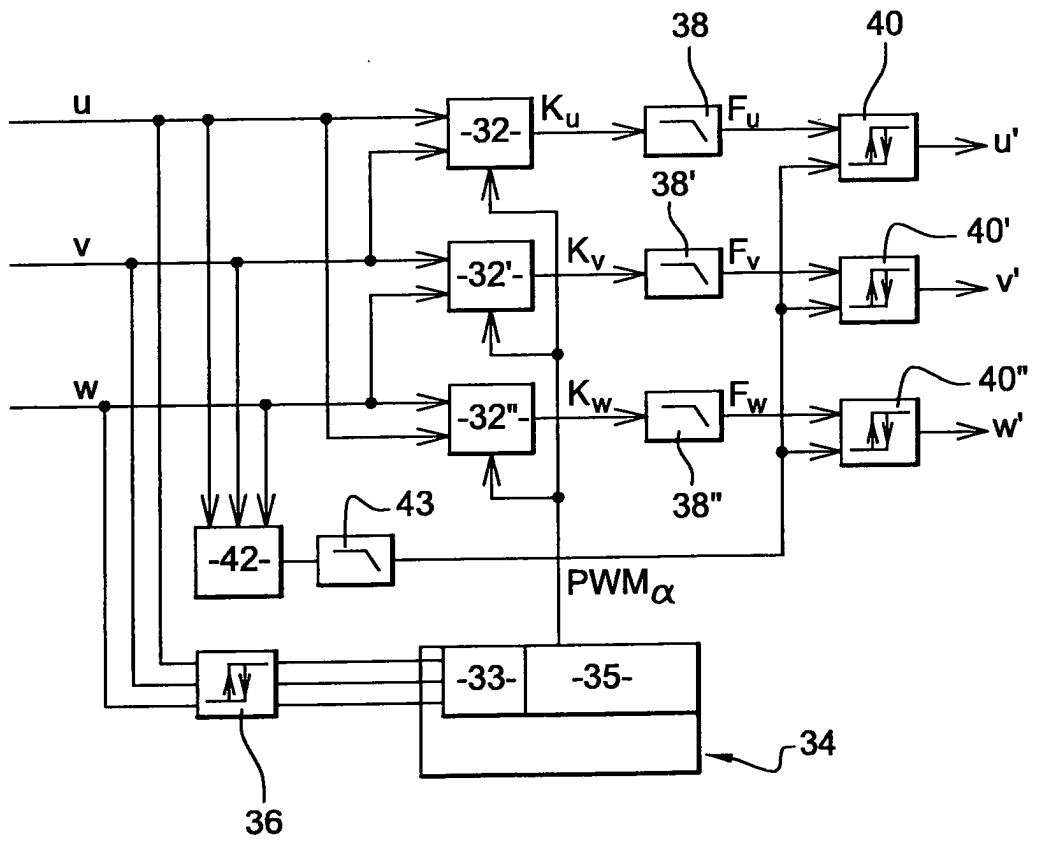
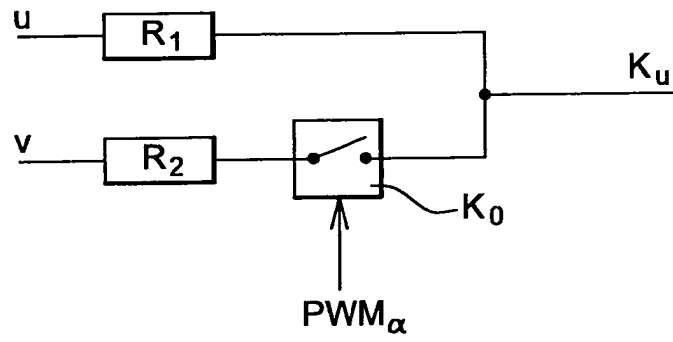
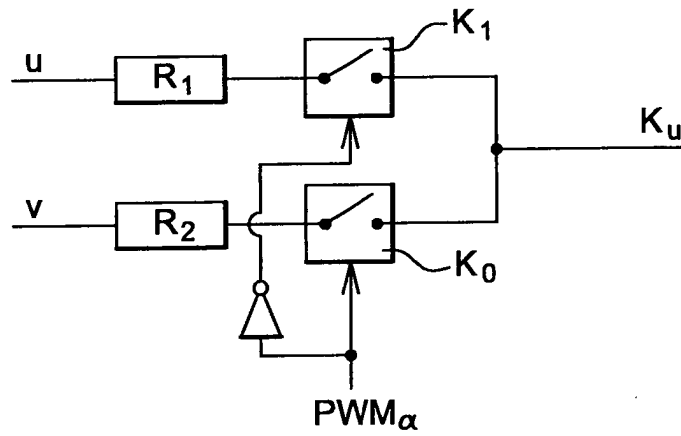
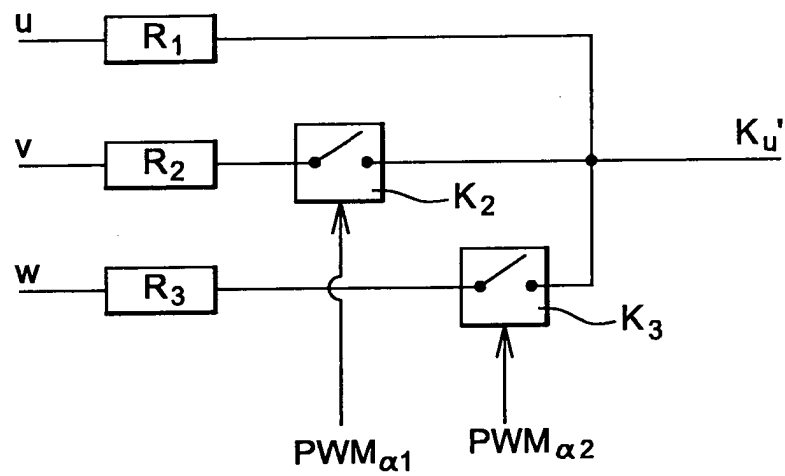
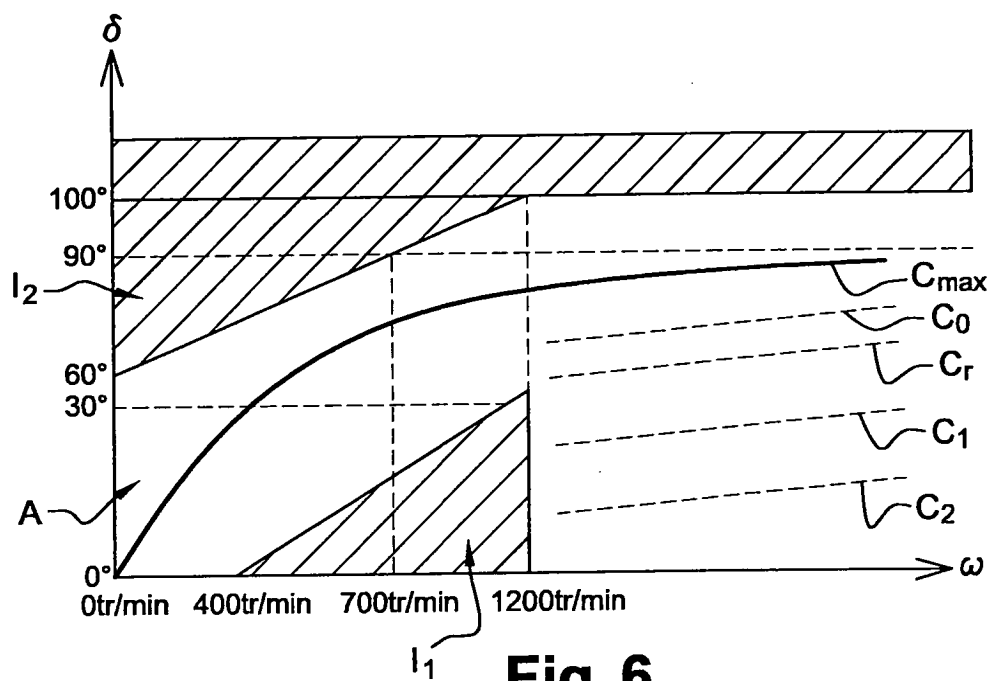
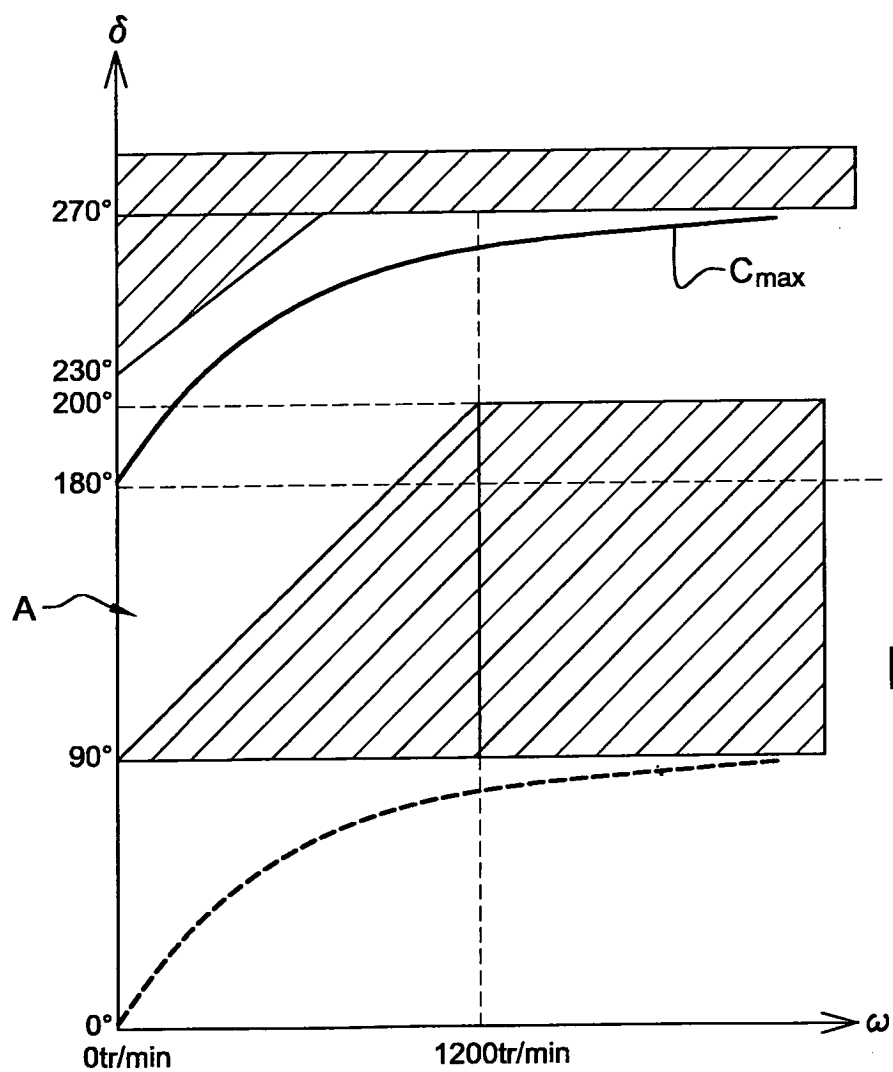


Fig. 2

**Fig. 3****Fig. 4****Fig. 5**

**Fig. 6****Fig. 7**

RESUMO

“MÁQUINA ELÉTRICA GIRATÓRIA POLIFÁSICA E ALTERNADOR-MOTOR DE ARRANQUE PARA VEÍCULO AUTOMOTIVO”

5 A máquina de acordo com a invenção compreende um rotor, um estator (12), uma ponte de comando (10) de interruptores comandados, e um dispositivo de comando (20, 30) que fornece sinais de comando (C) para a ponte de comando (10), o dispositivo de comando compreendendo meios (30) para aplicar a pelo menos um interruptor da ponte de comando um sinal de comando com um avanço de fase em relação a um sinal representativo da
10 posição do rotor em relação ao estator. De acordo com a invenção, os ditos meios para aplicar compreendem meios (30) para regular o avanço de fase (δ) entre uma pluralidade de valores para uma velocidade de rotação do rotor dada.