



República Federativa do Brasil
Ministério da Indústria, Comércio Exterior
e Serviços
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) PI 0721425-1 B1

(22) Data do Depósito: 27/03/2007

(45) Data de Concessão: 24/04/2018



(54) Título: TRANSMISSÃO PARA UM MOTOR DE COMBUSTÃO INTERNA COMPREENDENDO UMA CORREIRA DENTADA BANHADA EM ÓLEO E UMA SAPATA DE TENSIONAMENTO

(51) Int.Cl.: F16G 1/28; F16H 7/18

(73) Titular(es): DAYCO EUROPE S.R.L.

(72) Inventor(es): ADRIANO ROLANDO

Transmissão para um motor de combustão interna compreendendo uma correia dentada banhada em óleo e uma sapata de tensionamento.

CAMPO TÉCNICO

5 A presente invenção se refere a uma transmissão para um motor à combustão interna compreendendo uma correia dentada em contato com óleo e uma ou mais sapatas de tensionamento.

FUNDAMENTOS DA ARTE

10 Recentemente têm sido desenvolvidos motores para veículos compreendendo uma correia de sincronização apresentando uma correia dentada em contato com óleo, apta a satisfazer ao menos as mesmas solicitações de durabilidade que as transmissões por correia a seco ou as transmissões por corrente. Deve ser explicitado que a expressão "em contato com óleo" ou "banhada em óleo" empregada na descrição e nas reivindicações se refere tanto a aplicações nas quais a correia se encontra parcialmente imersa em óleo na sua parada quanto para as

15 aplicações nas quais o óleo é transportado pela correia, por exemplo, por aspensão através de um bico pulverizador específico ou por borrifo devida a ação da correia ou das polias. Especificamente, o ambiente no qual a transmissão por correia da presente invenção opera pode ser o mesmo que aquele no qual a transmissão por corrente opera.

20 Em comparação com a transmissão por corrente, a transmissão por correia apresenta custos menores e perdas por fricção muito mais acentuadas. Além do mais, uma transmissão por correia é mais silenciosa e a elongação da correia é cerca de um quarto menor com relação àquela da corrente: isto permite um controle mais preciso das válvulas do motor a combustão interna. Uma transmissão por correia em geral compreende um dispositivo tensor para garantir a operação correta da

25 correia. Como a correia está banhada em óleo, esta pode ser tensionada por meio de uma sapata operada por um atuador. As sapatas apresentam a vantagem de poderem ser montadas em espaços reduzidos e assim tornarem o motor compacto. Desta forma, a transmissão por correia é intercambiável com a transmissão por corrente sem ter de modificar o compartimento o qual acomoda a transmissão.

30 Entretanto, uma sapata apresentando um perfil longitudinal não otimizado causa um incremento na potência dissipada pela fricção contra a correia e o subsequente incremento na temperatura deteriora a correia e reduz a vida útil da mesma.

DESCRIÇÃO DA INVENÇÃO

35 Constitui um objetivo da presente invenção obter uma transmissão por correia em contato com, ou banhada em, óleo para um motor, compreendendo uma sapata a qual apresenta uma geometria otimizada para reduzir a potência dissipada pela fricção da correia na sapata, sem comprometer as solicitações

de durabilidade em aplicações automotivas.

O objetivo supra é satisfeito através de uma transmissão de acordo com a reivindicação 1.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

5 Para uma melhor compreensão da presente invenção, uma forma de realização preferencial desta serão descrita daqui por diante apenas a título de exemplo não limitativo e com referência aos desenhos em anexo, nos quais:

- A figura 1 é uma vista diagramática de uma transmissão compreendendo uma sapata, de acordo com a presente invenção;
- 10 - A figura 2 é uma vista diagramática de um modelo geométrico representativo da transmissão na figura 1;
- A figura 3 é um gráfico qualitativo da curva de uma função de otimização para o dimensionamento da sapata da figura 1;
- As figuras 4 e 5 mostram outras formas correspondentes de realização da presente invenção;
- 15 - A figura 6 é um diagrama de fluxo relativo a uma etapa do método o qual permite a fabricação de uma sapata de acordo com a presente invenção; e
- A figura 7 é uma vista diagramática de uma sapata de acordo com a presente invenção.

20 MELHOR FORMA DE REALIZAÇÃO DA INVENÇÃO

Com referência a figura 1, o numeral 1 indica, como um todo, uma transmissão síncrona de um motor a combustão interna compreendendo uma polia de transmissão 2 rigidamente conectada a um eixo árvore do motor de combustão interna e uma polia acionada 3 diretamente ligada a uma bomba de injeção do motor a combustão interna. Além disto, a polia 3 é ligada ao eixo árvore, ou eixo de comando, por meio de uma segunda transmissão (não mostrada).

25 As polias 2 e 3 estão reciprocamente ligadas por meio de uma correia dentada 4 banhada em óleo para a transmissão do torque entre o eixo árvore e a bomba. Por exemplo, a correia dentada 4 é fabricada de acordo com o quanto descrito no pedido de patente WO-A1-2005/080820 também do presente depositante.

30 Especificamente, a correia dentada 4 compreende um corpo em material elastomérico apropriadamente selecionado para suportar a agressão do óleo lubrificante, uma porção dentada engrenada nas polias 2 e 3, uma pluralidade de elementos filiformes incorporados no corpo, uma porção posterior disposta no lado oposto da porção dentada com relação aos elementos filiformes e um tecido resistente disposta na porção posterior.

35 A tensão operacional da correia dentada 4 é controlada através de uma sapata 5, a qual coopera com um braço frouxo da transmissão por

correia 1 e pode girar ao redor de um eixo fixo A, com relação à parede do motor a combustão interna.

De preferência, a transmissão por correia 1 ainda compreende uma sapata deslizante 10 para guiar o ramo retesado da transmissão 1 e reduzir as vibrações de flexão do último.

A sapata 5 é mantida em contato contra um tecido resistente ao desgaste por fricção da correia dentada 4 através de meios atuadores 6, os quais podem compreender tanto um elemento elástico quanto um elemento amortecedor ou um atuador linear a fluido.

Especificamente, a sapata 5 define uma guia para a correia dentada 4 através de uma superfície de contato 7, na qual a porção traseira da correia dentada 4 desliza quando em uso.

De acordo com uma forma preferencial de realização, a sapata 5 é preferivelmente formada por um material metálico resistente ao desgaste através de sinterização. Desta forma, a sapata 5 apresenta uma porosidade de modo a favorecer a permanência do óleo ao longo da superfície de contato.

A potência teórica dissipada pela fricção contra a porção posterior da correia dentada 4 pode ser expressa, como uma primeira aproximação, através da fórmula:

$$W_f = T_t \left(\frac{2\pi RPM}{60} \cdot R_m \right) \cdot (1 - e^{-f\alpha})$$

na qual

f = coeficiente característico de fricção do contato lubrificado entre a porção posterior da correia dentada 4 e a sapata 5, e é normalmente considerado dentro de uma faixa de 0,04 a 0,15 e independente da abscissa curva;

RPM = velocidade de rotação da polia de transmissão 2;

Rm = raio do passo da polia de transmissão 2;

Tt = tensão no ramo da correia compreendido entre a superfície de contato 7 e a polia acionada 3; e

α = ângulo de enrolamento ao longo do qual a porção posterior da correia dentada 4 entra em contato com a superfície de contato 7.

Especificamente, o ângulo de enrolamento α , ou de envolvimento, pode ser calculado para qualquer perfil longitudinal da superfície de contato 7, tal como será descrito com maiores detalhes abaixo.

A fórmula supra estabelece uma relação direta entre a potência/energia dissipada e o ângulo de enrolamento α da sapata 5, e é empregado para dimensionar o perfil desta última através de um método de otimização. Além do

mais, a etapa de definir a geometria da transmissão compreende a definição de um valor alvo para o comprimento da correia, o qual corresponde ao comprimento da correia dentada 4 junto com os elementos de reforço da condição equilibrada com relação ao qual é calculada a taxa de efetividade TU [*take-up rate*].

5 O método de otimização, de acordo com a presente invenção, compreende a etapa de estabelecer uma taxa de efetividade TU da transmissão. A taxa de efetividade é definida como a quantidade de milímetros de variação da disposição da transmissão por correia para cada grau de revolução da sapata 5.

10 Especificamente, a disposição da transmissão por correia é o comprimento de uma linha geométrica medida no eixo neutro da correia a qual é envolta ao redor das polias 2, 3 e que entra em contato com a sapata 5 para cada posição desta última. Portanto, é possível calcular uma disposição da transmissão por correia que corresponda a cada posição da sapata 5.

15 O método de otimização ainda compreende a etapa de definir a geometria da transmissão 1, isto é, o diâmetro dos passos das polias 2, 3 e as coordenadas geométricas dos eixos de rotação da polia de transmissão 2 e da polia acionada 3. Tais dados estão resumidos em um "diagrama de roda" e permitem que seja geometricamente calculada a disposição da transmissão por correia.

20 Além disto, a posição do eixo A pode ser um dado inserido, p. ex., no caso em que a transmissão por correia é uma atualização ou reajuste da uma transmissão por corrente existente. No caso em que a posição do eixo A é um dado de projeto, deve ser assumida uma posição inicial.

25 Os dados coletados durante a etapa de definição da geometria da transmissão 1 são usados para construir um modelo geométrico bidimensional da transmissão no qual a superfície de contato 7 da sapata 5 é definida por meio de um perfil que apresenta um único arco de circunferência apresentando um diâmetro D' (veja a figura 2) através de um programa de desenho computadorizado. Especificamente, os elementos do modelo mostrado na figura 2, tanto os idênticos
30 quanto os equivalentes àqueles da transmissão 1, apresentam os mesmos numerais de referência seguidos por uma indicação linha ['].

O método de otimização ainda compreende, através do uso do modelo geométrico da figura 2, a etapa de traçar um gráfico o qual mostra a variação do ângulo de enrolamento α' como uma função da variação do diâmetro D' da superfície de contato 7' de modo que a taxa de efetividade TU' seja constante e igual a taxa de efetividade TU alvo.

35 Especificamente, deve ser especificado que em uma transmissão, o ângulo de enrolamento ou envolvimento pode ser calculado de forma

única caso sejam definidas a taxa de efetividade, a posição do eixo A, o comprimento da correia e a geometria da sapata. Por exemplo, o valor do ângulo de enrolamento pode ser determinado, tal como segue:

- a) ajustar a posição inicial do centro C;
- 5 b) virara a sapata de modo a verificar que a disposição da transmissão por correia é igual ao valor alvo para o comprimento da correia dentada 4;
- c) calcular o valor da taxa de efetividade TU' através da rotação do perfil ao redor de A' com o braço A'C;
- 10 d) corrigir a posição do centro C de acordo com os pontos a), b) e verificar de forma interativa novamente a taxa de efetividade TU' de acordo com o ponto c) de modo a se obter o valor para o braço A'C de modo que a taxa de efetividade TU' seja igual a taxa de efetividade alvo TU ; e caso $TU' = TU$
- 15 e) manter o braço A'C fixo e calcular o ângulo de enrolamento α na condição na qual a disposição da transmissão por correia seja igual ao valor alvo do comprimento da correia dentada 4.

Por exemplo, a taxa de efetividade TU' é calculada como o valor médio com base na diferença entre as disposições da transmissão por correia relativas a duas segundas rotações, respectivamente em sentido horário e em sentido anti-horário, da superfície de contato $7'$ ao redor do eixo A' partido de posição na qual a disposição da transmissão por correia é igual ao comprimento alvo da correia dentada $4'$.

De preferência, cada ponto da curva da figura 3 é obtido de acordo com o procedimento supra descrito.

Ainda mais preferencialmente, o primeiro ponto do gráfico da figura 3 é obtido com base em um diâmetro de referência $D'rif$ igual a diferença entre a distancia do centro I das polias $2'$, $3'$ e a soma dos diâmetros do passo $Rp1$, $Rp2$ das correspondentes polias $2'$, $3'$. O correspondente ângulo $\alpha'rif$ é calculado de moto que TU' seja igual a taxa de eficiência TU alvo, tal como previamente descrito.

Em seguida, uma variação no passo de 10 mm no diâmetro é fixada e para cada valor do nodo diâmetro D' obtido tanto pela subtração quanto pela consecutiva adição com base em $D'rif$, é calculado o correspondente α' utilizando o procedimento supra descrito.

No gráfico assim obtido, é possível calcular localmente uma relação incremental definida como:

$$K = \frac{\alpha'_{i+1} - \alpha'_i}{D'_{i+1} - D'_i}$$

na qual $D'_{i+1} - D'_i = 10$ mm.

Foi verificado que o valor k da relação incremental é importante para avaliar o valor ótimo do ângulo de enrolamento α da sapata 5 de modo a se obter uma redução na energia dissipada.

Contudo, o gráfico da figura 3 é característico da geometria específica reproduzida no modelo geométrico através da qual é obtido o próprio diagrama.

De modo a adaptar a faixa para a geometria da transmissão, foi compreendido que um parâmetro apropriado para o propósito foi definido através da seguinte fórmula:

$$1\% \leq G = \frac{\alpha'_{i+1} - \alpha'_i}{\alpha'_{rif}} \leq 4\%$$

na qual:

$\alpha'_{i+1} - \alpha'_i$ é o numerador da relação incremental K de modo que $D'_{i+1} - D'_i = 10\text{mm}$; e α'_{rif} permite referir o parâmetro G para a dimensão da transmissão uma vez que este depende essencialmente da diferença do centro entre as duas polias os quais identificam o ramo da transmissão com o qual a sapata coopera.

De acordo com um aspecto importante da presente invenção, o imite inferior α'_{min} é o menor ângulo entre α'_n e α'_{n-1} em relação ao qual $G = 1\%$ para uma variação do diâmetro D' igual a 10 mm e um limite superior α'_{max} que é igual ao maior ângulo entre α'_m e α'_{m-1} em relação ao qual $G = 4\%$ para uma variação do diâmetro D' igual a 10 mm, isto é, deve ser verificado que:

$$\frac{\alpha'_{max} - \alpha'_m}{\alpha'_{rif}} = 4\%$$

$$\frac{\alpha'_n - \alpha'_{min}}{\alpha'_{rif}} = 1\%$$

Com referência a figura 3 e expressão W da potência dissipada, para os valores menores que α'_{min} , a redução W da energia dissipada é reduzida com relação a uma redução não descartável, isto é, de 10 mm, do diâmetro da superfície de contato $1'$. Especificamente, foi avaliado que a energia dissipada pela transmissão de acordo com a presente invenção pode ser de $W_{rif} = 1200\text{W}$ para α'_{rif} . Com referência ao parâmetro G e através da linearização da expressão da energia dissipada W , o ângulo de enrolamento α está compreendido entre um valor mínimo abaixo do qual a redução na energia dissipada é de 12W para uma variação de 10 mm de D' e acima da qual o aumento da energia dissipada é de 48W para uma variação de 10 mm de D' .

Um aumento de 48W para uma variação de 10 mm no diâmetro D' é julgado como considerável e assim, para os valores maiores que α'_{max} , é possível que pequenos aumentos dimensionais possam ser consideravelmente amplificados e assim comprometer a durabilidade da transmissão.

Um aumento de 12W para uma variação não insignificante de 10 mm para o diâmetro D' é considerada desprezível. O benefício obtido em termos de redução da energia dissipada não é suficiente para compensar os efeitos indesejáveis devidos aos diâmetros D' excessivamente pequenos.

Especificamente, uma redução excessiva do diâmetro causa problemas tais como um aumento na energia específica dissipada uma vez que a superfície da sapata 5 é reduzida e de modo que o aumento na pressão teórica local entre a porção posterior da correia dentada 4 e a superfície de contato 7, tendo em vista que tal pressão é expressa através da fórmula:

$$p = \frac{T(\alpha)}{R \cdot s}$$

na qual :

T depende do ângulo de enrolamento α e é a resultante da tensão do ramo frouxo da transmissão 1 o qual entra em contato com a sapata 5;

R é o raio de curvatura no ponto de contato com a superfície de contato 7 no qual a pressão é calculada; e

s é o comprimento da porção da correia dentada 4 em contato com a sapata 5.

Portanto, a pressão teórica é inversamente proporcional ao raio de curvatura da superfície de contato 7 e decresce quando D' decresce.

Em algumas configurações da transmissão 1 o valor α'_{max} pode não ser calculado através do modelo geométrico com a superfície de contato 7' definida por um único arco de circunferência. Em tais configurações, o limite G = 4% de fato requer diâmetros D' maiores os quais interferem com as polias 2', 3' antes verificando os requisitos de manutenção da taxa constante de efetividade.

Neste caso, é possível calcular α'_{max} através da interpolação com uma hipérbole ou com uma curva exponencial (mostrada através de uma linha sólida na figura 3) dos pontos obtidos com base nos diâmetros D' os quais não interferem com as polias 2, 3. Especificamente, é preferível que o coeficiente de determinação da interpolação seja de 0,98 a 1. No último caso, α'_{max} é calculado de forma independente em relação a interferência geométrica da superfície de contato 7' com as polias 2', 3'.

Ainda mais preferencialmente, o valor α'_{max} pode ser determinado ajustando-se G = 2,5%. Dentro desta faixa, a energia dissipada é reduzida.

Além do mais, é possível utilizar uma sapata 5 apresentando uma superfície de contato 7 que consiste de um arco de circunferência e evitar uma interferência com as polias 2', 3'. Uma vez determinados os valores α'_{\min} e α'_{\max} , é possível fazer uma sapata 5 na qual a superfície de contato 7 apresente um ângulo de enrolamento α entre α'_{\min} e α'_{\max} quando a transmissão 1 está estática e pronta para uso.

Em geral, é preferível empregar uma sapata 5 apresentando uma superfície de contato 7 definida através de um arco de circunferência simples.

Neste caso, de fato, o raio de curvatura é constante e foi verificado que a temperatura da superfície de contato 7 não apresenta altas concentrações locais. Mais em geral, é preferível selecionar uma superfície de contato 7 apresentando um perfil com uma segunda derivada contínua de modo que as concentrações de temperatura, que são danosas para a correia dentada 4, não ocorram.

Entretanto, podem ocorrer casos nos quais é necessário afastar-se de um perfil formado por um arco de circunferência único devido a restrições geométricas ou de disposição.

Por exemplo, a transmissão que é designada para ser uma atualização ou um reajuste de uma transmissão por corrente na qual a dimensão de diversos componentes já foi determinada, tal como, por exemplo, a dimensão da bucha a qual define o eixo A ou a dimensão do atuador hidráulico e a do ponto de aplicação no qual a haste do atuador hidráulico entra em contato com a sapata 5.

Nestes casos, é possível ter-se uma superfície de contato 7 na forma de uma seqüência de uma pluralidade de arcos de circunferência, os quais apresentam uma tangente comum no ponto de união e cujos correspondentes ângulos subentendidos α_j , após serem somados, devem ser menores que α'_{\max} , isto é:

$$\alpha'_{\min} \leq \sum \alpha_j \leq \alpha'_{\max}$$

Em diversos casos práticos, é buscado um perfil definido por uma pluralidade de arcos de circunferência de modo a reduzir as dimensões da sapata 5 a fim de que a corda subentendida da superfície de contato 7 é reduzida com relação a superfície de contato definida por meio de um único arco de circunferência.

Em outros casos, a distância entre o eixo A e o ponto de aplicação do atuador hidráulico é particularmente longa. Neste caso, o arco de enrolamento ou de envolvimento determinado pela disposição específica pode ficar nesta área, caso presente, do gráfico da figura 3 obtida através de interpolação.

Em geral, é possível que a superfície de contato 7 seja definida por meio de um perfil o qual apresente uma primeira derivada contínua, de

preferência apresentando ao menos uma segunda derivada continua, e uma concavidade afrontando o lado oposto com relação a porção posterior da correia dentada 4 e cujo arco de enrolamento pode ser calculado como:

$$\alpha = \int_s \frac{2ds}{D(s)}$$

Na qual s é a abscissa curva do perfil junto com a qual a porção posterior da correia dentada 4 entra em contato com a superfície de contato 7 quando a transmissão 1 se encontra na condição equilibrada descrita para o cálculo da taxa de eficiência TU.

É possível uma tal generalização uma vez que a energia dissipada, ao menos através da primeira aproximação, depende apenas do valor global do ângulo de enrolamento e não diretamente da curvatura da superfície de contato 7. A invenção será ora descrita com referência a algumas formas de realização.

Uma transmissão por corrente já existente no mercado foi inicialmente selecionada. A transmissão de referência apresenta coordenadas da polia de transmissão 2, da sapata de deslizamento e da polia acionada mostradas no "diagrama de roda" da Tabela 1. Além disto, a transmissão por corrente de referência apresenta uma sapata com um ângulo de enrolamento $\alpha = 78,87^\circ$ e articulado ao redor do eixo A apresentando as coordenadas $x = 103,66$ mm e $y = 145,66$ mm.

De acordo com uma primeira forma de realização, a transmissão 10 de referência foi adaptada para uma transmissão por correia através de uma sapata obtida de acordo com o método da presente invenção (figura 1) e sem modificar qualquer outro dado geométrico, incluindo a posição do eixo A.

TABELA 1

DISPOSIÇÃO								
Descrição	N. de dentes	Passo	Relação de transmissão	Coordenadas (mm)		Ângulo de enrolamento		Dente de engrenagem
				X	Y	{grau}	{mm}	
Transmissão	20	60,64	1,00	0,00	0,00	199,22	105,42	11,00
Sapara deslizante	-	-1202,90		483,00	-414,51	8,77	-92,01	-
	-	-402,90		261,53	-81,47	5,22	-18,35	-
Acionada	40	121,28	0,50	179,28	172,01	236,15	249,93	26,00
Sapata	-	-252,90		-10,17	156,18	10,65	-23,50	-
	-	-202,90		13,84	149,25	50,73	-89,83	-

A figura 3 se refere a uma curva obtida por pontos através do uso do método supra descrito e aplicada na transmissão apresentando a geometria especificada na tabela 1.

Especificamente, a figura 3 é obtida através de uma correia

com comprimento igual a 809,76 mm. Além disto, o sinal negativo dos diâmetros na tabela 1 é uma convenção para indicar que os correspondentes arcos de circunferência cooperam com a correia dentada 4. Em relação a sapata 5, os valores de α_{\max} e α_{\min} calculado para uma $TU = 1,117 \text{ mm/}^\circ$ são de $56,16^\circ$ e $75,90^\circ$. De preferência, os valores de α_{\max} e α_{\min} são de $56,16^\circ$ e $65,27^\circ$.

Por exemplo, a superfície de contato 7 definida por um terceiro e um quarto diâmetros negativos na tabela 1 apresenta um ângulo de enrolamento definido por um primeiro arco de circunferência de $10,65^\circ$ e por um segundo arco de circunferência de $50,73^\circ$ (figura 7 e tabela 1).

A transmissão por correia com uma sapata otimizada e com correia com largura de 19 mm em seguida passou por um teste de durabilidade de 616 hs a bordo de um motor girando com 100% de carga e apresentando a potência do motor no qual operada a transmissão por corrente de referência. As condições do teste de durabilidade são mostradas nas tabelas 2 e 3. Uma transmissão por correia idêntica, apresentando uma sapata com um ângulo de enrolamento $\alpha = 78,87^\circ$, isto é, com o ângulo de enrolamento da transmissão por corrente de referência, foi danificado sem chance de reparo após 250 hs, todas as demais condições permanecendo as mesmas.

Após o teste de durabilidade, a transmissão por correia da invenção foi testada em uma bancada de teste apresentando um motor elétrico ligado a uma polia de transmissão 2 e apresentando dois medidos de torque ligados as polias 2, 3, e mais em geral a todas as polias da transmissão 1.

TABELA 2

Tempo total (horas - h): 616,25

Tempo do subciclo (horas - hs): 0,3625

Repetições do subciclo: 1700

Temperatura do óleo (n. de subciclos):

135° 850

140° 765

145° 85

DIAGRAMA DOS TESTES		
Este ciclo deve ser repetido 85 vezes:		
	Repetições do Sub-ciclo	Temperatura do reservatório de óleo (°C)
1	10	135
2	9	140
3	1	145

Óleo trocado a cada 50 horas

TABELA 3

Etapa	Subciclo				
	Tempo (s)	Tempo de final da etapa (s)	Tempo da etapa (s)	RPM	Carga (%)
0	0	0	0	800	0
1	0	5	5	1700	100
2	5	55	50	2100	100
3	55	105	50	1700	100
4	105	110	5	2100	100
5	110	160	50	2300	100
6	160	210	50	2100	100
7	210	215	5	2300	100
8	215	240	25	2500	100
9	240	265	25	2300	100
10	265	290	25	2500	100
11	290	315	25	2300	100
12	315	320	5	2100	100
13	320	370	50	2300	100
14	370	420	50	2100	100
15	420	425	5	1700	100
16	425	475	50	2100	100
17	475	525	50	1700	100
18	525	530	5	2900	100
19	530	580	50	3300	100
20	580	630	50	2900	100
21	630	635	5	3300	100
22	635	695	60	3700	100
23	695	755	60	3300	100
24	755	760	5	3700	100
25	760	810	50	4100	100
26	810	860	50	3700	100
27	860	865	5	4100	100
28	865	890	25	4300	100
29	890	915	25	4100	100
30	915	940	25	4300	100
31	940	965	25	4100	100
32	965	970	5	3700	100
33	970	1020	50	4100	100
34	1020	1070	50	3700	100
35	1070	1075	5	3300	100
36	1075	1135	60	3700	100
37	1135	1195	60	3300	100
38	1195	1200	5	2900	100
39	1200	1250	50	3300	100
40	1250	1300	50	2900	100
41	1300	1305	5	1700	100

As condições do teste da transmissão por correia foram as

seguintes:

- nenhuma carga aplicada na polia acionada 3;
- velocidade de rotação constante;

- carga exercida por um atuador hidráulico no ramo frouxo igual a 300 N;
- condições da lubrificação por aspersão e temperatura do óleo de 40° e fluxo variável como uma função da velocidade de rotação de 30 a 180 litros/h.

A energia dissipada é obtida com base na diferença entre a potência calculada com base no torque na polia de transmissão 2 e a potência calculada com base no torque na polia acionada 3.

O motor elétrico aciona a transmissão e o torque medido na polia acionada permite verificar possíveis falhas, tais como, por exemplo, se um dos mancais está danificado e assim dissipa uma energia anômala. O mesmo teste foi realizado para a transmissão por corrente de referência com a sapata apresentando um ângulo de enrolamento $\alpha = 78,87^\circ$. As condições do teste na transmissão por corrente foram idênticas àquelas supra descritas exceto que o valor da carga no ramo frouxo, neste caso, era igual a 200 N.

A partir dos testes de bancada, realizados nas transmissões com uma velocidade de 4500 rpm com um fluxo de óleo igual a 180 litros/h obteve-se como resultado que a potência dissipada pela transmissão por correia, com a sapata otimizada, foi de 780 W e que a dissipada pela transmissão por corrente foi de 1300 W, a despeito de uma menor carga aplicada nesta última. Portanto, a transmissão por correia com a sapata da presente invenção permitiu uma redução considerável na energia dissipada e, por conseqüência, reduzir as emissões de poluentes de um motor com uma transmissão por corrente.

Em uma segunda forma de realização, mostrada na figura 4, a geometria da transmissão é definida pelo "diagrama de roda" da tabela 4. Especificamente, os elementos na figura 4 idênticos ou similares do ponto de vista funcional àqueles da transmissão 1, são indicados com a adição de duas vírgulas ["]. A transmissão da figura 4 conecta a polia de transmissão 2" a um par de polias acionadas 3", 12 para controlar os correspondentes contra-eixos de equilíbrio. Especificamente, o contra-eixo de equilíbrio ligado a polia acionada 3" com 24 dentes é ainda ligado a uma engrenagem de modo que a relação total de transmissão é igual a 2.

TABELA 4

Descrição	N. de dentes	Passo	Relação de transmissão	Coordenadas (mm)		Ângulo de enrolamento		Dente de engrenagem
		Diâmetros (mm)		X	Y	{grau}	{mm}	
Transmissão	42	100,27	1,00	0,00	0,00	123,74	108,27	14,00
Contra-eixo	24	57,30	1,75	84,14	35,12	130,03	65,02	8,00
Deslizante	-	-277,44		55,07	214,46	30,09	-72,84	-
Contra-eixo	40	50,13	2,00	-81,00	118,00	184,16	80,56	10,00
Acionada	-	-73,04		-88,72	44,45	47,84	-30,49	-

Além do mais, o comprimento da correia dentada 4 é igual a

637,3 mm e as coordenadas do eixo A são $x = -69,0$ mm, $y = -1,5$ mm. Além do mais, o primeiro diâmetro com um valor negativo define a geometria da sapata deslizante 10.

Os valores de α' max e α' min calculados para uma $TU = 0,706$ mm/° são de $45,02^\circ$ e $55,37^\circ$ ($G = 1\%$, $G = 4\%$). De preferência, os α' max e α' min calculados são de $45,02^\circ$ e $53,04^\circ$ ($G = 1\%$, $G = 2,5\%$).

Uma outra forma de realização da presente invenção está esquematicamente mostrada na figura 5, na qual uma primeira e uma segunda transmissão por correia 101, 102 são ligadas juntas por meio de uma polia dupla 103.

Especificamente, a transmissão por correia 101 compreende uma correia dentada 104 ligada no eixo arvore do motor a combustão interna, uma polia acionada 100 ligada a uma bomba de óleo e da direção hidráulica e a uma unidade de vácuo, e uma correia dentada 105. A transmissão por correia 102 compreende uma polia dupla 103 uma primeira e uma segunda polias 106, 107 para acionar os correspondentes eixos e uma correia dentada 108.

Além do mais, a transmissão por correia 101 é distendida por meio de uma primeira sapata 109 articulada ao redor do eixo H.

A transmissão por correia 102 compreende uma primeira sapata 110 articulada ao redor do eixo H e que coopera com o ramo frouxo da transmissão por correia 102, e uma segunda sapata 111 que coopera com um ramo frouxo da transmissão por correia 102.

Por fim fica claro que modificações e variantes podem ser feitas nas transmissões por correia aqui descritas e ilustradas sem com isto fugir do escopo de proteção da presente invenção, tal como definido nas reivindicação em anexo.

Por exemplo, a sapata 5 pode definir um perfil apresentando uma porção côncava e uma porção convexa.

Neste caso, a sapata 5 pode ser feita através da moldagem de um material polimérico, p. ex., uma poliamida natural sem cargas.

Reivindicações

1. Transmissão (1) para um motor a combustão interna apresentando uma taxa de eficiência (TU) predeterminada e compreendendo uma polia de transmissão (2) apresentando um primeiro raio de passo (Rp1), uma polia acionada (3) apresentando um segundo raio de passo (Rp2), uma sapata (5) articulada ao redor de um eixo (A) e uma correia dentada (4) a qual é banhada em óleo e que coopera em contato com uma superfície de contato (7) de guia de dita sapata (5), estando o ângulo de enrolamento (α) de dita superfície de guia (7) **caracterizado** pelo fato de estar compreendido entre um valor máximo (α'_{max}) e um valor mínimo (α'_{min}), de modo que:

$$\frac{\alpha'_{max} - \alpha'_m}{\alpha'_{rif}} = 4\%$$

$$\frac{\alpha'_n - \alpha'_{min}}{\alpha'_{rif}} = 1\%$$

na qual:

α'_m é o ângulo de enrolamento de uma sapata (5') apresentando uma superfície de guia (7') consistindo de um arco de circunferência com diâmetro D'_m de modo que $D'_{\alpha'_{max}} - D'_m = 10$ mm, a taxa de eficiência TU permanece inalterada;

α'_n é o ângulo de enrolamento de uma sapata (5') apresentando uma superfície de guia (7') consistindo de um arco de circunferência com diâmetro D'_n de modo que $D'_m - D'_{\alpha'_{min}} = 10$ mm, a taxa de eficiência TU permanece inalterada;

α'_{rif} é o ângulo de enrolamento de uma sapata (5') apresentando uma superfície de guia (7') consistindo de um arco de circunferência com diâmetro D'_{rif} igual a diferença entre uma distancia de centro (l) entre a dita polia de transmissão (2) e a dita polia acionada (3) e a soma dos ditos primeiro e segundo raios de passo (Rp1, Rp2).

2. Transmissão, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada** pelo fato de que os ditos valores máximo e mínimo (α'_{max} , α'_{min}) são tais que:

$$\frac{\alpha'_{max} - \alpha'_m}{\alpha'_{rif}} = 2.5\%$$

3. Transmissão, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, **caracterizada** pelo fato de que a potência (W) dissipada pela fricção em dita transmissão é menor que 1200 W que a transmissão é acionada sem cargas com uma velocidade de rotação constante igual a 4500 rpm, com uma carga de 200 N exercida em dita sapata (5) de modo a tensionar a dita correia dentada (4) e com uma temperatura do óleo de 40°.

4. Transmissão, de acordo com a reivindicação 3,

caracterizada pelo fato de que a dita potência (W) pe menor que 850 W quando a transmissão é acionada sem cargas, com uma velocidade de rotação constante e igual a 4500 rpm, e com uma carga de 200 N exercida sobre dita sapata (5).

5. Transmissão, de acordo com uma qualquer dentre as reivindicações precedentes, **caracterizada** pelo fato de que a dita superfície de contato (7) apresenta um perfil que consiste de um arco de circunferência.

6. Transmissão, de acordo com uma qualquer dentre as reivindicações de 1 a 4, **caracterizada** pelo fato de que a dita superfície de contato (7) apresenta um perfil que consiste de uma pluralidade de arcos de circunferência.

7. Transmissão, de acordo com uma qualquer dentre as reivindicações de 1 a 4, **caracterizada** pelo fato de que a dita superfície de guia (7) apresenta um perfil no qual ao menos uma sua segunda derivada é contínua.

8. Transmissão, de acordo com uma qualquer dentre as reivindicações precedentes, **caracterizada** pelo fato de que a dita sapata (5) é fabricada através de sinterização.

9. Método de otimização para uma sapata (5) de uma transmissão (1) síncrona para um motor a combustão interna, a dita transmissão apresentando uma taxa de eficiência (TU) predeterminada e compreendendo uma polia de transmissão (2) apresentando um primeiro raio de passo (Rp1), uma polia acionada (3) apresentando um segundo raio de passo (Rp2), uma sapata (5) articulada ao redor de um eixo (A) e uma correia dentada (4) a qual é banhada em óleo e que coopera em contato com uma superfície de guia (7) de dita sapata (5), o dito método **caracterizado** pelo fato de compreender as etapas de:

- determinar o ângulo de enrolamento (α) de dita superfície de guia (7) compreendido entre um valor máximo (α'_{max}) e um valor mínimo (α'_{min}), de modo que:

$$\frac{\alpha'_{max} - \alpha'_m}{\alpha'_{rif}} = 4\%$$

$$\frac{\alpha'_n - \alpha'_{min}}{\alpha'_{rif}} = 1\%$$

na qual:

α'_m é o ângulo de enrolamento de uma sapata (5') apresentando uma superfície de guia (7') consistindo de um arco de circunferência com diâmetro D'_m de modo que $D'_{\alpha'_{max}} - D'_m = 10$ mm, a taxa de eficiência TU permanece inalterada;

α'_n é o ângulo de enrolamento de uma sapata (5') apresentando uma superfície de guia (7') consistindo de um arco de circunferência com diâmetro D'_n de modo que $D'_m - D'_{\alpha'_{min}} = 10$ mm, a taxa de eficiência TU permanece inalterada;

α'_{rif} é o ângulo de enrolamento de uma sapata (5') apresentando uma superfície de

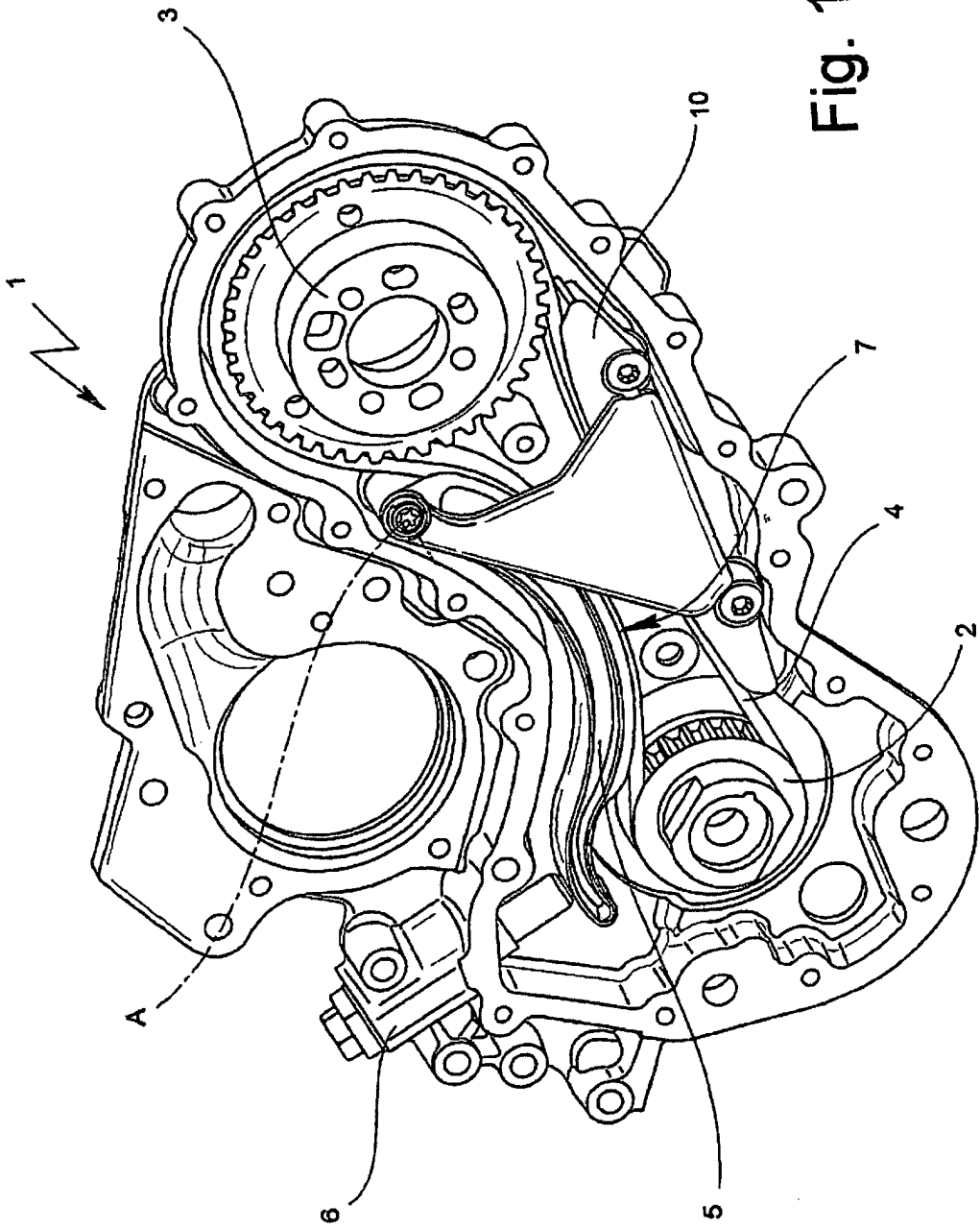


Fig. 1

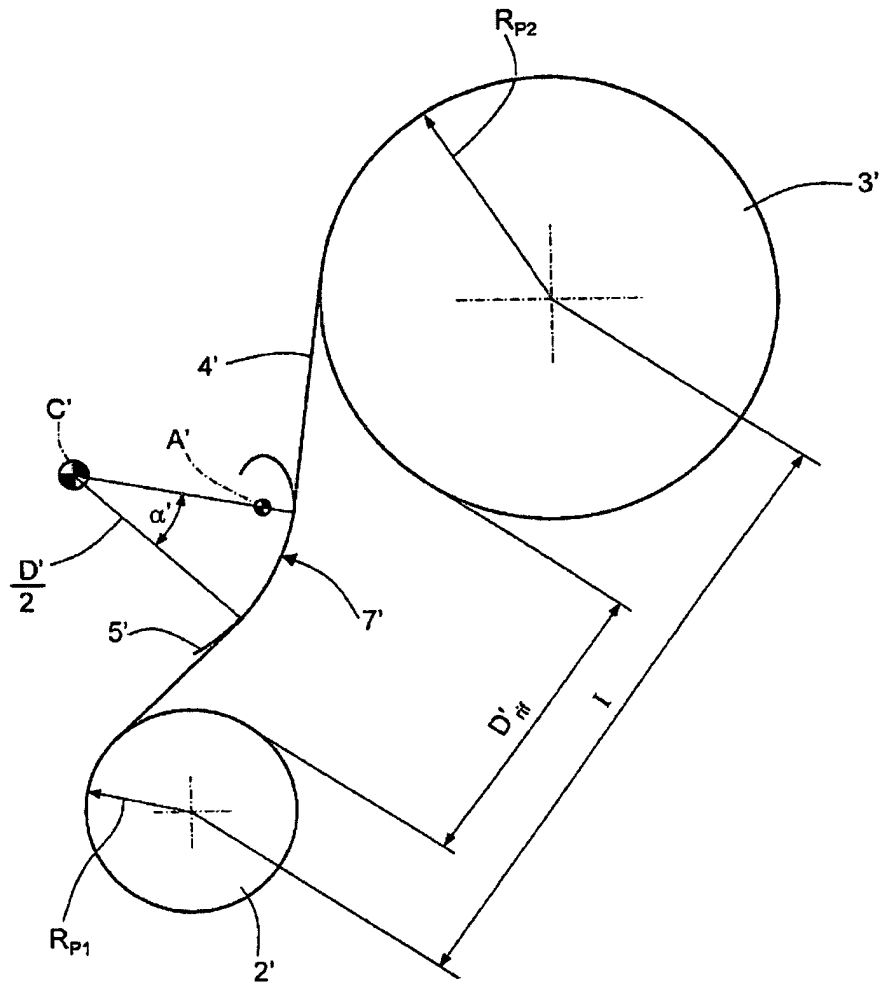


Fig.2

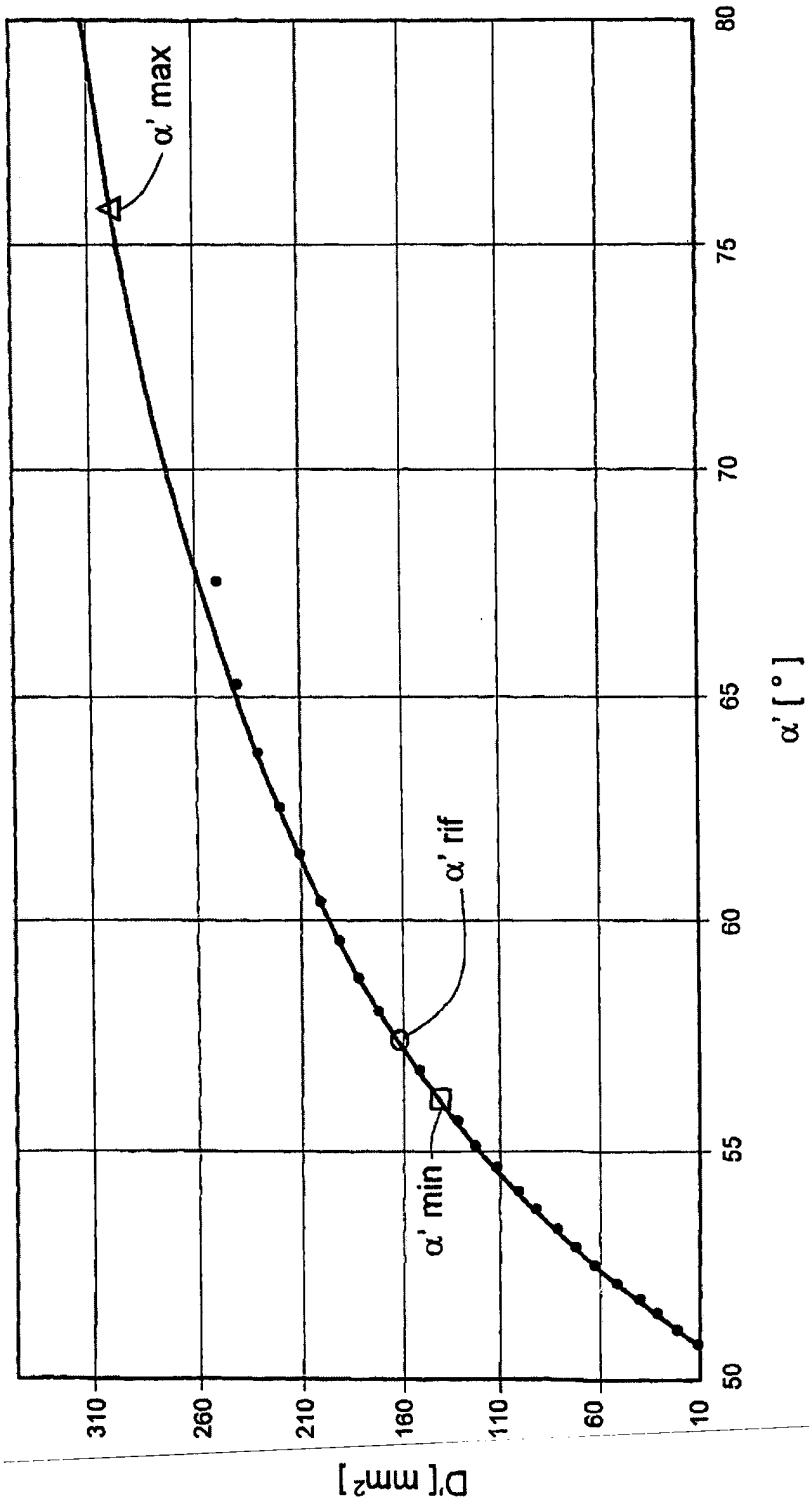


Fig.3

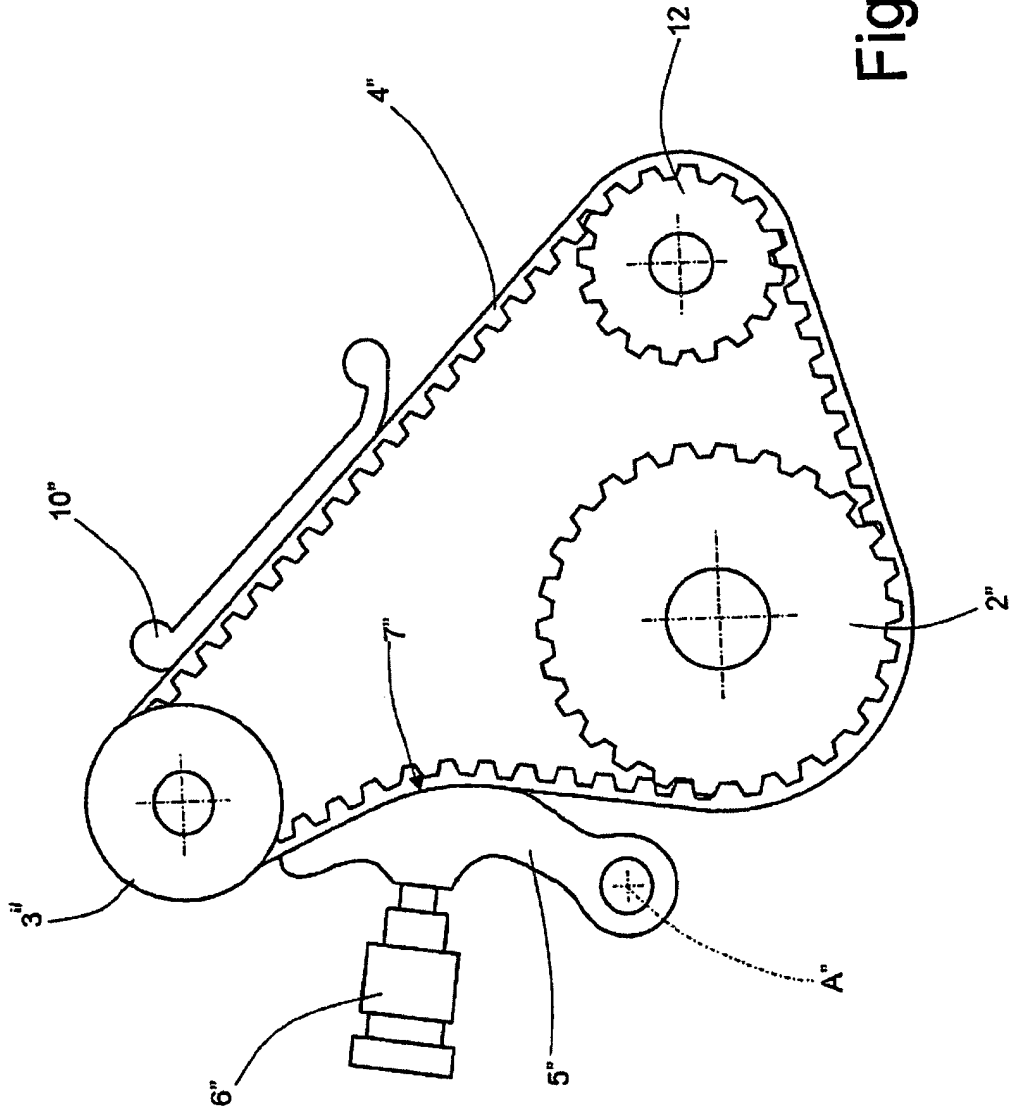


Fig. 4

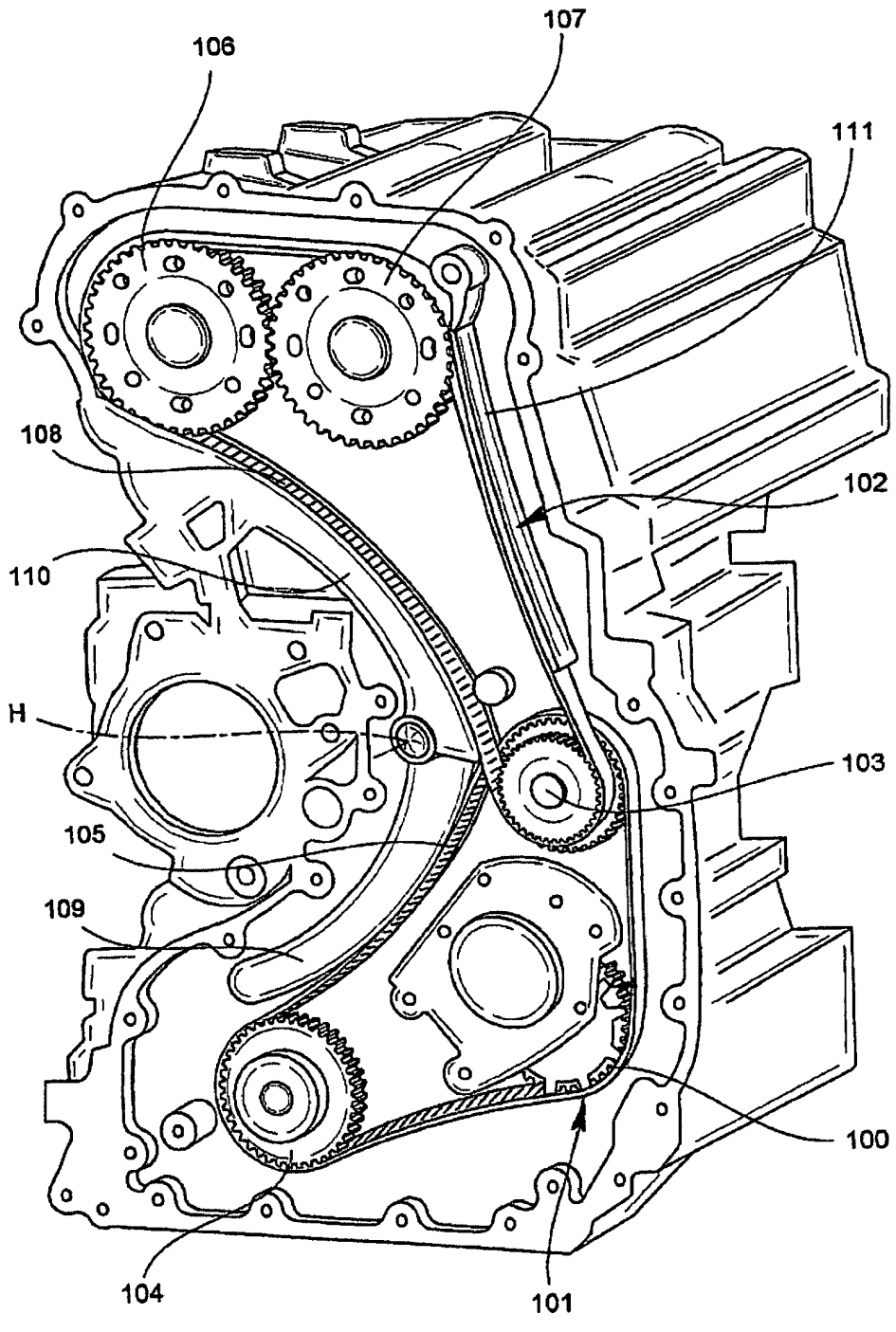
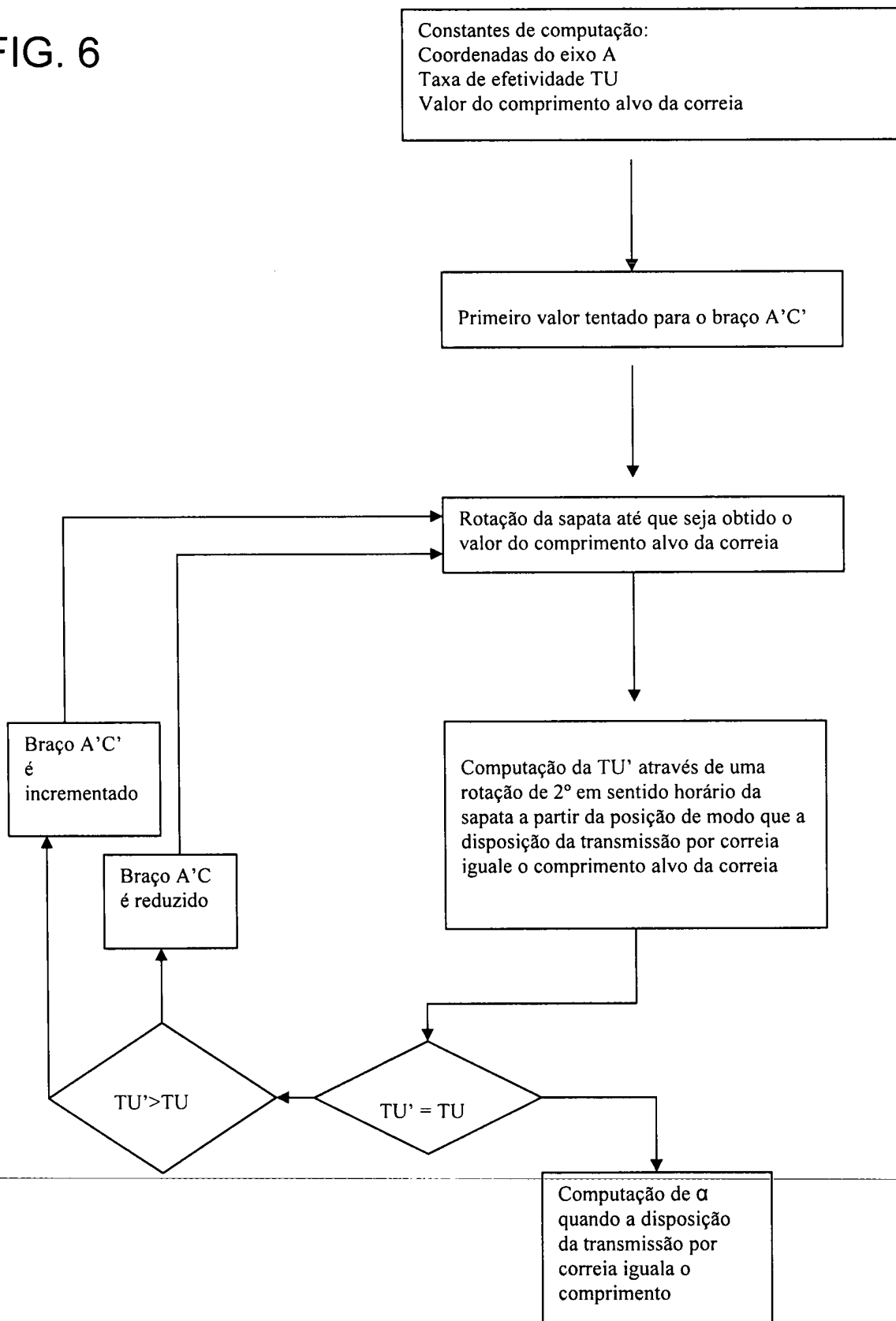


Fig. 5

FIG. 6



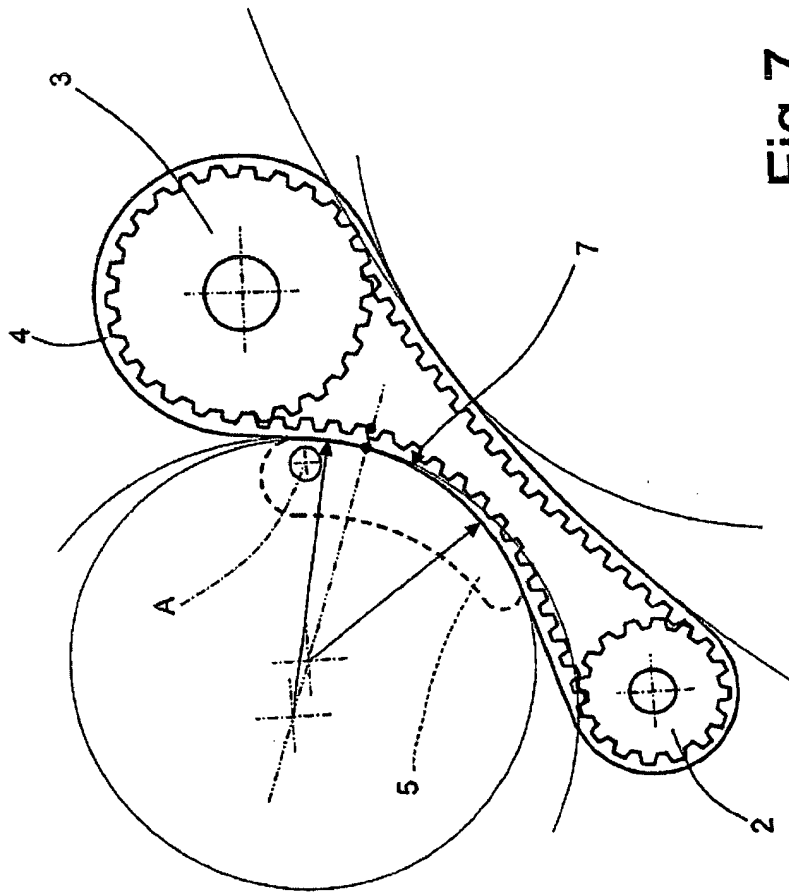


Fig.7