



República Federativa do Brasil  
Ministério da Economia  
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) PI 0900109-3 B1



\* B R F I D 9 0 0 1 0 9 B 1 \*

(22) Data do Depósito: 26/01/2009

(45) Data de Concessão: 20/08/2019

---

(54) **Título:** MÉTODO PARA CONTROLAR UMA CAIXA DE ENGENHAGEM AUTOMÁTICA OU ROBOTIZADA DE UM VEÍCULO AUTOMOTIVO

(51) **Int.Cl.:** F16H 61/00; F16H 1/00; F16H 3/00.

(30) **Prioridade Unionista:** 01/02/2008 EP 08425062.0.

(73) **Titular(es):** FIAT GROUP AUTOMOBILES S.P.A..

(72) **Inventor(es):** ANDREA BIANCO; CLAUDIO CERVONE; GIUSEPPE GATTI; GIUSEPPE LORUSSO; EUPLIO PAGLIARULO; FRANCESCO CIMMINO.

(57) **Resumo:** MÉTODO E APARELHO PARA CONTROLAR A ARRANCADA EM UMA DECLIVIDADE NA SUBIDA DE UM VEÍCULO AUTOMOTIVO PROVIDO DE UMA CAIXA DE ENGENHAGEM AUTOMÁTICA OU ROBOTIZADA. Um método e aparelho para controlar a arrancada em uma declividade na subida de um veículo automotivo provido de uma caixa de engrenagem automática ou robotizada, também de acordo com o gradiente da declividade na subida, que é, de preferência, calculado com base em um valor de aceleração longitudinal do veículo automotivo, e com base na altitude na qual o veículo automotivo se encontra, que é, de preferência, calculado com base em um valor de pressão atmosférica detectado. Desse modo, é possível também considerar a redução no torque motor devido à redução na densidade do ar com a altitude.

**“MÉTODO PARA CONTROLAR UMA CAIXA DE ENGRENAGEM AUTOMÁTICA OU ROBOTIZADA DE UM VEÍCULO AUTOMOTIVO”**

**[0001]** A presente invenção refere-se a um método para controlar a arrancada (aceleração na partida) em uma inclinação na subida de um veículo automotivo provido de uma caixa de engrenagem automática ou robotizada.

**[0002]** Um dos principais problemas encontrados em veículo providos de transmissão automática é a necessidade de adaptar o comportamento do veículo às necessidades e exigências do motorista, o que normalmente implica na capacidade de entender e antecipar as intenções do motorista. No caso de arrancada de um veículo automotivo em uma inclinação na subida, uma caixa de engrenagem automática do tipo convencional não é controlada de modo diferente em comparação à movimentação normal em terreno horizontal, por meio do que a embreagem de fricção que conecta o motor às rodas de tração é encaixada à mesma velocidade do motor quando isto ocorre durante movimentação horizontal, apenas de acordo com o pedal de acelerador. Isto causa um comportamento anômalo e desconfortável do veículo automotivo, bem como, implica no risco de deslizamento indesejado na embreagem e consequente dano à mesma. Tal situação não acontece no caso de um veículo automotivo com uma caixa de engrenagem manual, uma vez que neste caso é o motorista que, para arrancar de uma posição estacionária em uma inclinação na subida, reconhece a condição operacional diferente e antecipa a manobra de embreagem modulando melhor os pedais de acelerador e de embreagem.

**[0003]** De modo a resolver o problema acima citado, a possibilidade de reconhecer automaticamente a condição de arrancada em uma inclinação na subida poderia ser considerada, medindo o tempo decorrido entre o momento em que o motorista mantém o pedal do freio pressionado e o momento em que ele pressiona o pedal do acelerador. Em particular, poderia ser considerado que um valor inferior ao do intervalo de tempo acima mencionado do que o valor de limiar predeterminado é indicativo da presença de uma condição de arrancada em uma inclinação na subida. Tal abordagem, entretanto, é limitativa, uma vez que ela não é capaz de modular a

intervenção de acordo com as condições operacionais reais e uma vez que ela ainda requer a complicação de excluir uma intervenção deste tipo no caso de arrancada em terreno horizontal.

**[0004]** Um método para controlar uma caixa de engrenagem automática ou robotizada de um veículo automotivo em que uma estratégia de controle operacional da caixa de engrenagem é definida de acordo com a velocidade do motor, e o gradiente da inclinação na subida, o gradiente de inclinação na subida sendo calculado com base em um valor de aceleração detectada do veículo automotivo em sua direção longitudinal, é conhecido de US2004/0249542 e US 5.484.350.

**[0005]** O objetivo da presente invenção é resolver o problema acima citado de maneira simples e eficiente.

**[0006]** Tendo em vista atingir este objetivo, a invenção refere-se a um método para controlar uma caixa de engrenagem automática ou robotizada de um veículo automotivo, em que uma estratégia de controle operacional da caixa de engrenagem é definida de acordo com a velocidade do motor, e o gradiente da inclinação na subida, o gradiente de inclinação na subida sendo calculado com base em um valor de aceleração detectada do veículo automotivo em sua direção longitudinal, em que a estratégia operacional da caixa de engrenagem mede o tempo que decorre entre o momento no qual o condutor mantém o pedal do freio pressionado e o momento no qual o condutor pressiona o pedal do acelerador do veículo, e em que a dita estratégia de controle acima mencionada ser também definida de acordo com a altitude na qual o veículo automotivo está operando, calculada com base em um valor detectado da pressão atmosférica.

**[0007]** Outras características e vantagens da invenção ficarão claras a partir da descrição a seguir com referência aos desenhos anexos, apresentados como exemplo não limitativo.

**[0008]** A fig. 1 é uma vista esquemática mostrando um veículo automotivo durante arrancada em uma inclinação na subida.

**[0009]** A fig. 2 é uma vista esquemática mostrando o princípio básico do método e do aparelho de acordo com a invenção.

**[0010]** As figs. 3 e 4 mostram dois exemplos de blocos que podem ser usados na implementação do método de acordo com um modo de realização da invenção.

**[0011]** As figs. 5 e 6 mostram dois gráficos ilustrando as vantagens da invenção.

**[0012]** Uma primeira grande característica da invenção reside no fato da operação da caixa de engrenagem automática ou robotizada durante a arrancada do veículo automotivo em uma inclinação na subida é também controlada de acordo com o gradiente da inclinação na subida. De acordo com outra característica preferida da invenção, o gradiente da inclinação na subida é calculado com base no valor de aceleração detectado do veículo automotivo em as direção longitudinal, ao longo da inclinação na subida. O arranjo de um meio sensor de acelerador longitudinal do veículo automotivo é, muitas vezes, provido no veículo automotivo, para várias finalidades. De acordo com um modo de realização da invenção, o ângulo  $\alpha$  indicador do gradiente da inclinação na subida é calculado como a seguir:

$$\alpha = \arcsen\left(\frac{a_x}{g}\right) \quad (1)$$

onde  $a_x$  é o valor de aceleração linear detectado pelo meio sensor acima citado. Com base no valor de  $\alpha$ , o gradiente da inclinação na subida é calculado como uma percentagem, como a seguir:

$$\text{Gradiente } \% = 100 * \frac{h}{L} = 100 * \tan(\alpha) \quad (2)$$

**[0013]** Este valor é usado como dado de entrada no modelo que determina a intervenção na estratégia de controle da caixa de engrenagem de modo a considerar as condições operacionais de arrancada em uma inclinação na subida.

**[0014]** É importante observar que o valor de  $a_x$  é igual a  $g * \sin(\alpha)$ , apenas quando não houver outra contribuição à aceleração linear, o que significa que o veículo automotivo está executando uma arrancada em uma inclinação na subida a partir de uma posição estacionária.

**[0015]** É possível, porém, calcular o valor do gradiente da estrada também em condições de movimentação subtraindo-se os valores inerciais derivados da dinâmica do veículo a partir de  $a_x$ . Desse modo, é possível calcular o gradiente da

estrada dinamicamente de acordo com a relação (2), o ângulo ( $\alpha$ ) sendo calculado apropriadamente de acordo com a relação (1), cujo valor de aceleração será a contribuição constante igual a  $g * \text{sen}(\alpha)$ .

**[0016]** De acordo com outra importante e preferida característica da invenção, a estratégia de controle da caixa de engrenagem durante a arrancada em uma inclinação na subida é determinada, também levando em consideração a altitude geográfica na qual o veículo automotivo se encontra, de modo a considerar o fato do torque gerado pelo motor ser reduzido com a altitude devido à redução na densidade do ar. De acordo com um modo de realização da invenção, o valor de altitude é calculado com base na equação de Bernouilli:

$$p + \rho gh + \frac{1}{2} \rho v^2 = \text{const} \quad (3)$$

**[0017]** Aplica-se a fórmula (3) em dois pontos: o primeiro, ao nível do mar e o outro a uma altitude  $h$ , obtendo-se:

$$p_h + \rho_h g \Delta h = p_0 \quad (4)$$

**[0018]** Onde  $p_0$  é a pressão ao nível do mar,  $p_h$  é a pressão à altitude  $h$ ,  $\rho_h$  é a densidade do ar,  $g$  é aceleração devido à gravidade e  $\Delta h = h - 0 = h$  é a altitude em metros.

**[0019]** Extraindo  $\Delta h$  da fórmula (4), obtém-se:

$$\Delta h = \frac{p_0}{\rho_h g} - \frac{p_h}{\rho_h g} \quad (5)$$

**[0020]** Substituindo o valor padrão, a seguinte relação é obtida:

$$\Delta h = \text{const}_1 - \text{const}_2 * p_h \quad (6)$$

**[0021]** Com referência ainda à detecção da pressão atmosférica, veículos automotivos modernos são, muitas vezes, já providos de meios sensores para esta finalidade, por meio do que a caixa de engrenagem com controle eletrônico com a qual o veículo automotivo é provido pode prover um sinal indicativo da pressão atmosférica detectada.

**[0022]** De acordo com um modo de realização da invenção, um meio de controle eletrônico é provido, capaz de executar um algoritmo determinado para calcular a

variação nos mapas de controle das operações da caixa de engrenagem, de modo a obter o encaixe da embreagem a uma velocidade maior do motor. Conforme mostrado na vista esquemática na fig. 2, o meio de controle eletrônico é programado para levar em conta o valor de gradiente calculado e o valor de pressão atmosférica para definir uma nova estratégia de controle causando uma variação no torque motor em comparação com o obtido no caso de arrancada em terreno horizontal. A estratégia de controle é definida através de um autômato baseado na informação disponível com o veículo estacionário, antes da manobra de arrancada ser iniciada.

**[0023]** Principalmente, a definição da estratégia consiste em considerar o valor gradiente como uma percentagem, e o valor de altitude na qual o veículo se encontra, em metros, e manipulá-los em um bloco específico, conforme mostrado na fig. 2, de modo a obter um aumento determinado em torque motor caso uma arrancada seja executada em uma inclinação na subida em uma condição de elevado gradiente.

**[0024]** Há três contribuições fundamentais para calcular o limiar ótimo para obter o aumento no torque motor na arrancada, respectivamente, o valor que pode ser determinado do bloco de estratégia básica considerando o pedal de acelerador e o pedal de freio, o valor dedutível do bloco de cálculo levando em consideração a altitude e gradiente e um valor que pode ser determinado do pedal acelerador ponderando as duas contribuições prévias.

**[0025]** De modo a calcular o gradiente como uma percentagem de acordo com a fórmula (2) a aceleração longitudinal é avaliada conforme mostrado na fig. 3. Fundamentalmente, o valor de aceleração detectado é amostrado com referência para uma condição de um veículo estacionário, quando a aceleração do veículo for definitivamente 0 e uma correção extra de potencial desviado é introduzida.

**[0026]** As várias contribuições da estratégia causam uma arrancada com um maior valor de torque motor (ver fig. 4). O resultado do bloco mostrado na fig. 4 é a obtenção de um valor de torque com controle do encaixe de embreagem.

**[0027]** A estratégia considera também a condição na qual os valores individuais de aceleração linear ou os valores de pressão atmosférica não são disponíveis; em

tal circunstância, a contribuição individual derivada do bloco é usada como o valor de recuperação, levando em consideração o pedal de acelerador e o pedal de freio (ver fig. 2), o último sendo a única contribuição viável em tal circunstância.

**[0028]** Estudos e experiências levadas a efeito pelo Requerente mostraram as vantagens do método de acordo com um modo de realização da invenção em termos de comportamento mais correto e confortável do veículo durante arrancada em uma inclinação na subida.

**[0029]** As figs. 5 e 6 mostram as variações na velocidade de rotação do motor, a velocidade de rotação da embreagem, a posição do pedal de acelerador, a posição do pedal de freio, e a contribuição do sistema de controle de arrancada em uma inclinação na subida, respectivamente, no caso de ausência de intervenção da estratégia de acordo com um modo de realização da invenção (fig. 5) e da intervenção de tal estratégia de acordo com um modo de realização da invenção causa um aumento na velocidade de rotação do motor durante a manobra de arrancada que é um resultado das condições operacionais específicas e, ou seja, como indicado acima, do gradiente da inclinação na subida na qual o veículo automotivo se encontra.

**[0030]** Naturalmente, várias modificações aos detalhes de construção e aos modos de realização são possíveis, dentro do espírito da invenção de acordo com o descrito e ilustrado meramente como exemplo, sem se afastar do escopo da presente invenção.

## REIVINDICAÇÕES

1. Método para controlar uma caixa de engrenagem automática ou robotizada de um veículo automotivo, em que uma estratégia de controle operacional da caixa de engrenagem é definida de acordo com a velocidade do motor, e o gradiente da inclinação na subida, o gradiente de inclinação na subida sendo calculado com base em um valor de aceleração detectada do veículo automotivo em sua direção longitudinal, caracterizado pelo fato de que:

a estratégia operacional da caixa de engrenagem mede o tempo que decorre entre o momento no qual o condutor mantém o pedal do freio pressionado e o momento no qual o condutor pressiona o pedal do acelerador do veículo, e em que

a dita estratégia de controle acima mencionada ser também definida de acordo com a altitude na qual o veículo automotivo está operando, calculada com base em um valor detectado da pressão atmosférica.

2. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato do ângulo de gradiente da inclinação na subida ser calculado como segue:

$$\alpha = \arcsen\left(\frac{a_x}{g}\right),$$

onde  $a_x$  é o valor de aceleração longitudinal detectado e  $g$  é a aceleração devida à gravidade.

14  
①

FIG. 1

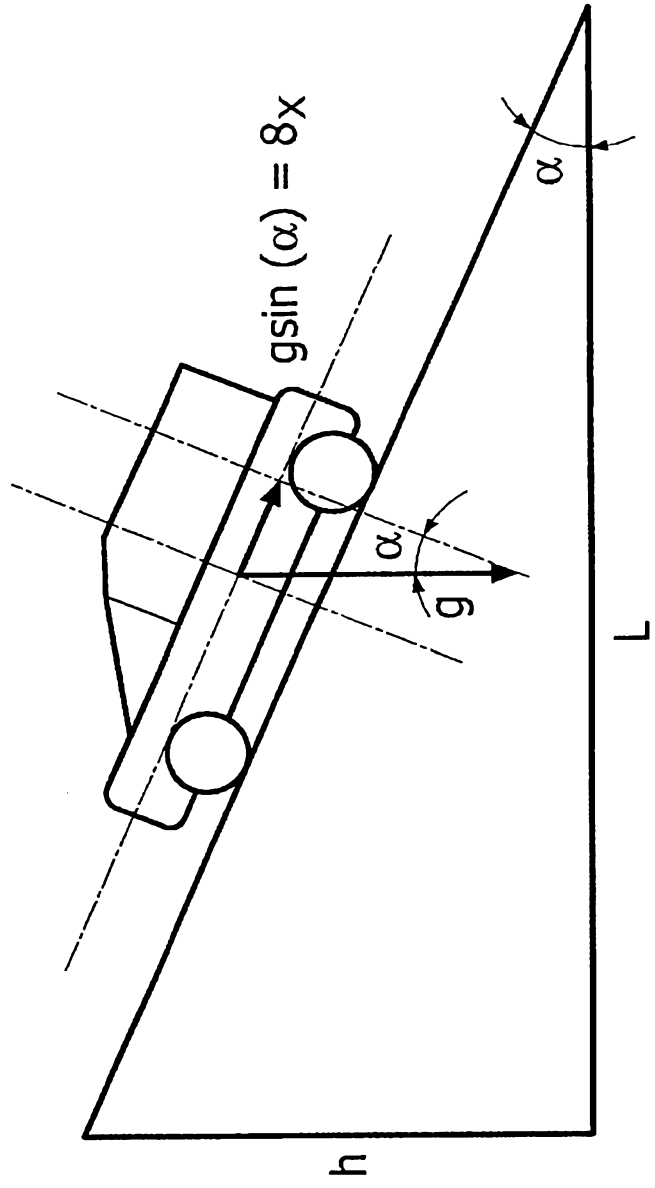




FIG. 3

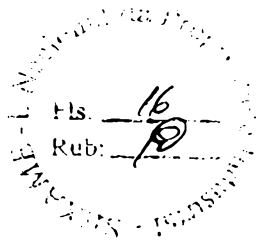
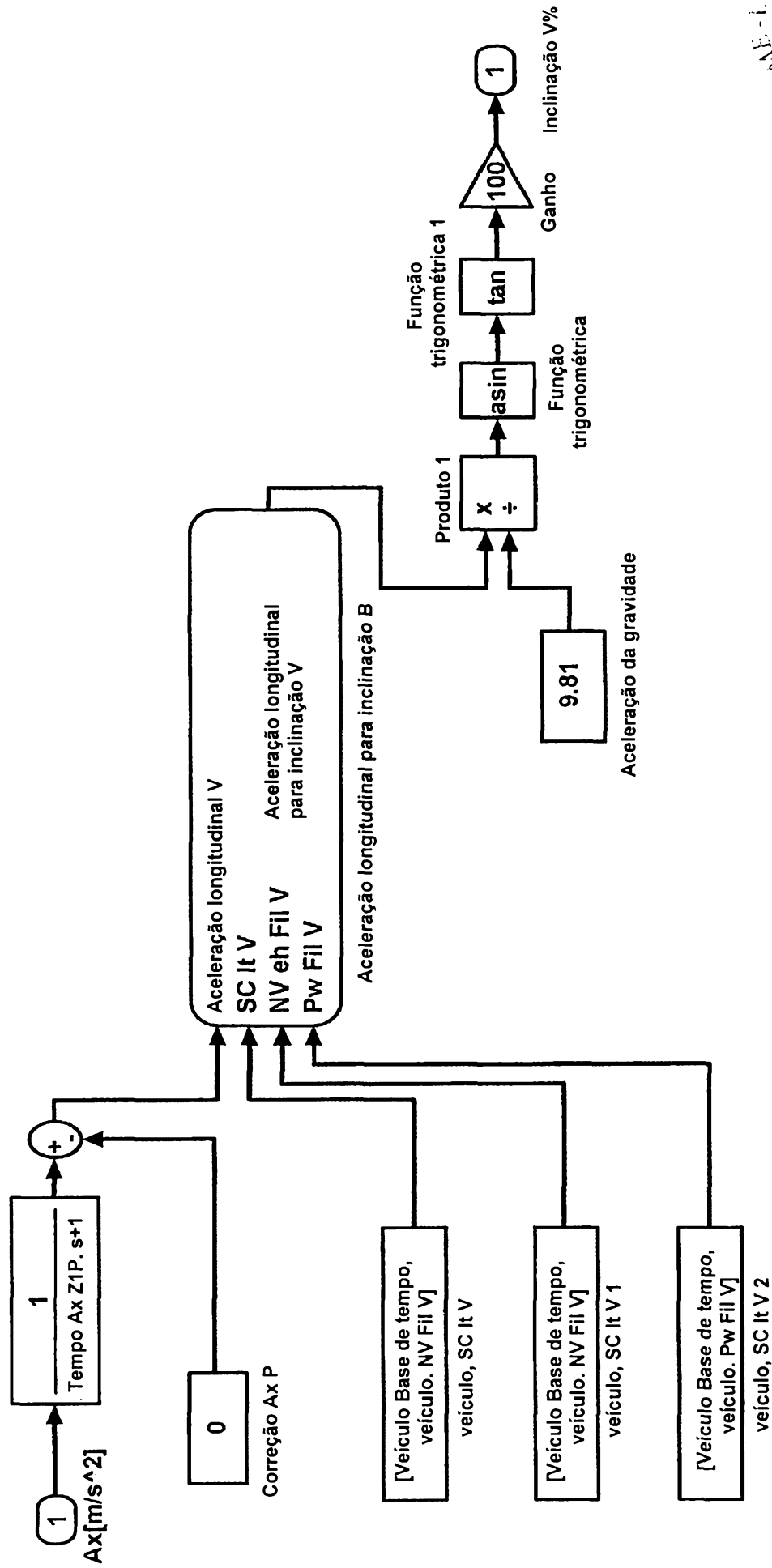
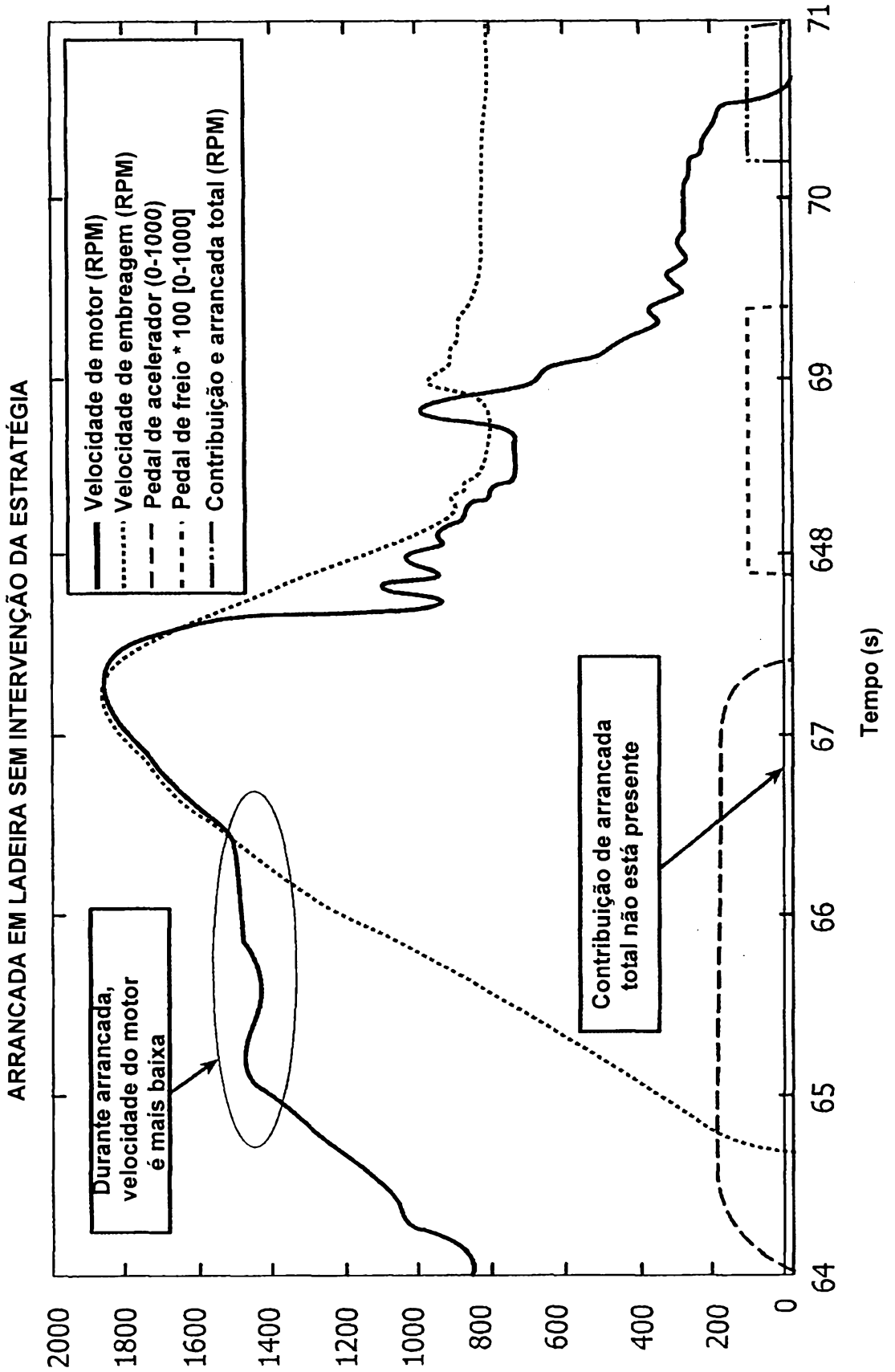




FIG. 5



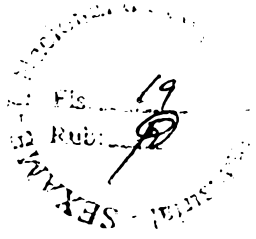


FIG. 6

ARRANCADA EM LADEIRA COM INTERVENÇÃO DA ESTRATÉGIA: CONTRIBUIÇÃO A

