



REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
MINISTÉRIO DA ECONOMIA
INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

CARTA PATENTE Nº BR 102012008932-7

O INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL concede a presente PATENTE DE INVENÇÃO, que outorga ao seu titular a propriedade da invenção caracterizada neste título, em todo o território nacional, garantindo os direitos dela decorrentes, previstos na legislação em vigor.

(21) Número do Depósito: BR 102012008932-7

(22) Data do Depósito: 16/04/2012

(43) Data da Publicação Nacional: 26/11/2013

(51) Classificação Internacional: A61G 5/04.

(54) Título: SISTEMA DE ACIONAMENTO ATRAVÉS DO SENSORIAMENTO INERCIAL DO MOVIMENTO CERVICAL E SEU USO EM DISPOSITIVOS MÓVEIS

(73) Titular: FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL - UCS. CGC/CPF: 88648761000103. Endereço: Rua Francisco Getúlio Vargas, 1130 - Cidade Universitária, Caxias do Sul, RS, BRASIL(BR)

(72) Inventor: OSCAR ELISIO MATTIA NETO; EMÍLIO VACCARI BATISTA; ANGELO ZERBETTO NETO; ALEXANDRE MESQUITA.

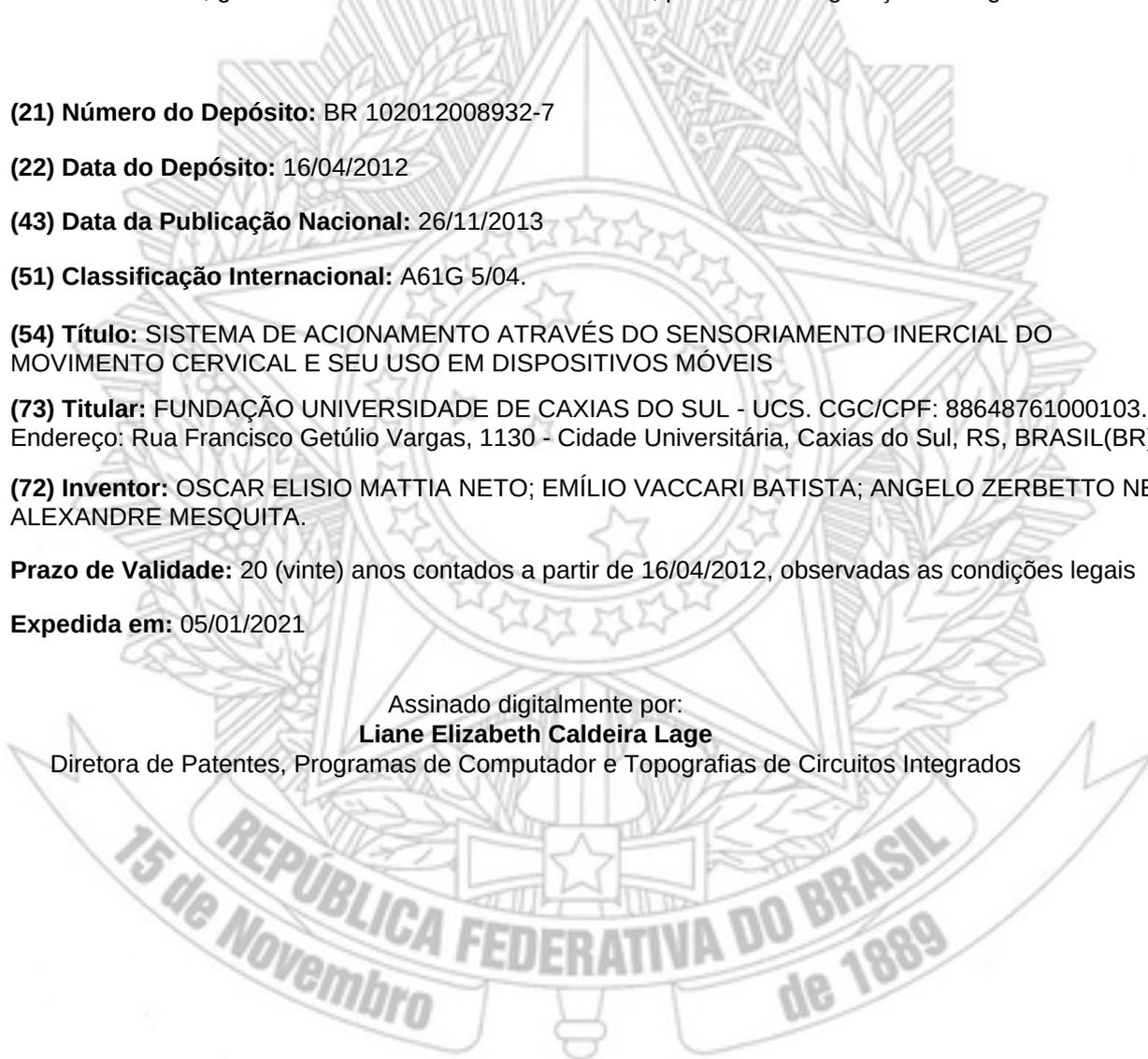
Prazo de Validade: 20 (vinte) anos contados a partir de 16/04/2012, observadas as condições legais

Expedida em: 05/01/2021

Assinado digitalmente por:

Liane Elizabeth Caldeira Lage

Diretora de Patentes, Programas de Computador e Topografias de Circuitos Integrados



Relatório Descritivo de Patente de Invenção

SISTEMA DE ACIONAMENTO ATRAVÉS DO SENSORIAMENTO INERCIAL DO MOVIMENTO CERVICAL E SEU USO EM DISPOSITIVOS MÓVEIS

Campo da Invenção

[0001] A presente invenção descreve um novo sistema de acionamento através do sensoriamento inercial do movimento cervical, bem como seu uso em dispositivos móveis. Em uma realização preferencial, o novo sistema é utilizado em uma cadeira de rodas. A presente invenção situa-se no campo da Engenharia de Controle e Automação.

Antecedentes da Invenção

[0002] A maioria dos sistemas de acionamento de dispositivos móveis encontrados hoje no mercado possui acionamento mecânico via teclas/botões/manches, e presumem a capacidade do usuário de movimentar os membros superiores. Outras formas de acionamento foram já propostas, como acionamento por comando de voz.

[0003] Existe, porém, a necessidade de uma solução que permita ao usuário a livre movimentação, seja ela para frente ou para trás, e rotacional de 360°, que não dependa de interfaces mecânicas como chaves ou teclas, e que ao mesmo tempo seja de fácil utilização e aprendizado para o usuário.

[0004] Existe também a necessidade de um sistema que possa ser utilizado por pessoas tetraplégicas, mas que não comprometa a sua interação com o ambiente através de movimentos involuntários, como, por exemplo, enquanto o usuário estiver conversando com alguém.

[0005] Os sensores inerciais são componentes que vêm se tornando um item de série em novos aparelhos eletrônicos. Na indústria automobilística, são utilizados no controle de tração e estabilidade do veículo, bem como no controle do acionamento de *air-bags* e outros dispositivos de segurança. Na indústria de eletrônicos portáteis, são utilizados para informações sobre a orientação espacial do dispositivo, criando novas maneiras de interação do

dispositivo através de sua movimentação. A nova geração de *video games*, que se baseiam no controle através da movimentação espacial do usuário, foi incentivada através da implementação de sensores inerciais nos *joysticks*.

[0006] O que faz com que os sensores inerciais pareçam ser componentes caros é o fato de os fabricantes utiliza-los apenas em modelos mais caros e não realmente devido ao custo dos chips. Assim, estima-se que os acelerômetros devem se popularizar com o tempo.

[0007] A presente invenção vem propor um sistema de acionamento através do sensoriamento inercial do movimento cervical utilizando sensores inerciais, bem como seu uso em dispositivos móveis.

[0008] A busca na literatura científica e patentária apontou alguns documentos relevantes para a presente invenção, os quais serão descritos a seguir.

[0009] O documento US 2007/242042 versa sobre um joystick para uso em qualquer posição, compreendendo um dispositivo portátil com quatro pares de acelerômetros para detecção das acelerações *roll*, *yaw* e *pitch*. O documento US 2004/0140962 versa sobre um dispositivo em forma de caneta provido de sensores inerciais, capaz de transformar o caminho feito pela caneta em sinais elétricos, podendo a mesma ser utilizada em dispositivos eletrônicos, como um computador pessoal.

[0010] O documento US 5,128,671 versa sobre um joystick portátil compreendendo três acelerômetros mutuamente perpendiculares, capaz de produzir sinais elétricos relativos à aceleração em cada eixo.

[0011] A presente invenção difere dos documentos acima citados porque propõe um sensoriamento inercial do movimento cervical, o que promove uma maior acessibilidade do sistema, uma vez que pessoas tetraplégicas podem utilizar o sistema.

[0012] O projeto de diplomação de FUSCO, D.A., “Acionamento de uma Cadeira de Rodas Através de um Acelerômetro Bi-Axial Como Inclínômetro”, versa sobre uma cadeira de rodas que utiliza um acelerômetro colocado na cabeça do usuário. A partir da inclinação do cabeça do usuário, é gerado um

sinal PWM para controle de velocidade. A calibração da inclinação é realizada no início de operação do sistema, sendo necessário refazê-la quando há alteração no nível do terreno.

[0013] A presente invenção difere do referido projeto porque utiliza um segundo sensor inercial acoplado à base do dispositivo móvel. Devido à existência de um segundo sensor inercial, o sinal de inclinação cervical pode ser calculado como a diferença entre o sinal proveniente do sensor inercial que monitora o movimento cervical, e o sensor inercial acoplado à base do dispositivo. Assim, não há necessidade de recalibração do comando cervical em terrenos de inclinações diferentes. Ademais, o sistema da presente invenção é composto de controle por lógica nebulosa, o que torna o sistema de acionamento adaptável e otimizável às necessidades do usuário.

[0014] Do que se depreende da literatura pesquisada, não foram encontrados documentos antecipando ou sugerindo os ensinamentos da presente invenção, de forma que a solução aqui proposta possui novidade e atividade inventiva frente ao estado da técnica.

Sumário da Invenção

[0015] Em um aspecto, a presente invenção proporciona um sistema de acionamento através do sensoriamento inercial do movimento cervical, e também seu uso em dispositivos móveis.

[0016] É um objeto da presente invenção o sistema de acionamento através do sensoriamento inercial do movimento cervical, compreendendo:

- a) meios de sensoriamento inercial do movimento cervical do usuário;
- b) meios de sensoriamento inercial acoplados ao dispositivo móvel;
- c) meios de sensoriamento da velocidade do dispositivo móvel;
- d) meios de controle dos sinais sensoriais por lógica nebulosa;
- e) meios de acionamento do dispositivo móvel.

[0017] Em uma realização preferencial, os meios de sensoriamento inercial são acelerômetros e/ou giroscópios e/ou magnetômetros.

[0018] Em uma realização preferencial, os meios de sensoriamento de

velocidade são *encoders*.

[0019] Em uma realização preferencial, o meio de controle por lógica nebulosa é um sistema eletrônico composto de um microcontrolador munido de uma lógica nebulosa.

[0020] Em uma realização preferencial, fora incluído ao sistema de acionamento, meios para acionamento mecânico do dispositivo móvel.

[0021] É também um objeto da presente invenção o uso do sistema de acionamento através do sensoriamento inercial do movimento cervical em dispositivos móveis.

[0022] Em uma realização preferencial, o dispositivo móvel é uma cadeira de rodas, mais preferencialmente, uma cadeira de rodas elétrica.

[0023] Estes e outros objetos da invenção serão imediatamente valorizados pelos versados na arte e pelas empresas com interesses no segmento, e serão descritos em detalhes suficientes para sua reprodução na descrição a seguir.

Descrição Detalhada das Figuras

[0024] A Figura 1 representa o fluxograma do sistema de acionamento, onde sinais de sensores inerciais e sensores de velocidade alimentam o controle de lógica nebulosa.

[0025] A Figura 2 mostra a foto da parte traseira de um dispositivo móvel, com detalhe para a parte eletrônica do sistema, incluindo o acelerômetro digital utilizado como origem nas coordenadas espaciais do sistema, os circuitos de processamento e controle dos sinais dos sensores e atuadores do sistema e a fonte elétrica do sistema.

[0026] A Figura 3 mostra a vista lateral de um dispositivo eletromecânico composto de um encoder e um atuador, e acoplado à roda do dispositivo móvel.

[0027] A Figura 4 mostra a vista frontal de um dispositivo eletromecânico composto de um encoder e um atuador, e acoplado à roda do dispositivo móvel.

[0028] A Figura 5 mostra o movimento cervical utilizado para mover o dispositivo móvel para frente.

[0029] A Figura 6 mostra o movimento cervical utilizado para mover o dispositivo móvel para trás.

[0030] A Figura 7 mostra o movimento cervical utilizado para mover o dispositivo móvel para esquerda, quando o movimento for monitorado por um giroscópio ou magnetômetro.

[0031] A Figura 8 mostra o movimento cervical utilizado para mover o dispositivo móvel para esquerda, quando o movimento for monitorado por um acelerômetro.

[0032] A Figura 9 mostra o movimento cervical utilizado para mover o dispositivo móvel para direita, quando o movimento for monitorado por um giroscópio ou magnetômetro.

[0033] A Figura 10 mostra o movimento cervical utilizado para mover o dispositivo móvel para direita, quando o movimento for monitorado por um acelerômetro.

Descrição Detalhada da Invenção

[0034] De acordo com o primeiro objetivo desta invenção, o uso de sensores inerciais (acelerômetros, magnetômetros e giroscópios) permite a implementação de um sistema de acionamento eletrônico sem partes mecânicas, confiável e robusto, que pode ser utilizado por qualquer portador de necessidades especiais que necessite de um meio de locomoção, uma vez que não requer a movimentação de membros. A detecção se dá, no caso dos acelerômetros, pela aceleração da gravidade. No caso do magnetômetro, pela intensidade do campo magnético e no caso do giroscópio, pelo momento angular.

[0035] A aceleração permite determinar a inclinação da cadeira e da cabeça do usuário, em dois eixos, X e Y, além de análise da vibração mecânica em três eixos, X, Y e Z. O magnetômetro permite determinar a posição do sensor em relação ao norte magnético, em três eixos, X, Y e Z. O giroscópio

permite determinar a movimentação angular do sensor em três eixos, conforme convenção aeronáutica, *pitch*, *roll* e *yaw*.

[0036] O processamento dos dados dos sensores inerciais em um controle de lógica nebulosa torna seu uso altamente intuitivo. A lógica nebulosa é normalmente utilizada em casos onde a experiência do usuário compõe parte fundamental no desenvolvimento do controlador.

[0037] O acionamento dar-se-á por motores elétricos, contando com um sistema de redução mecânica para acoplamento ao eixo das rodas. Para o sensoriamento de velocidade do dispositivo, acopla-se um *encoder* ao eixo do motor.

[0038] Os exemplos aqui mostrados têm o intuito somente de exemplificar uma das inúmeras maneiras de se realizar a invenção, contudo, sem limitar o escopo da mesma.

Exemplo 1. Realização Preferencial

[0039] O sistema de acionamento através do sensoriamento inercial do movimento cervical foi implementado em uma cadeira de rodas elétrica.

[0040] Um acelerômetro digital foi posicionado na base da cadeira, em conjunto à placa de controle e todo aparato eletrônico, conforme Figura 2.

[0041] O acelerômetro analógico utilizado na cabeça pode ser acoplado a qualquer suporte que permita o posicionamento de uma placa de circuito impresso de aproximadamente 2x2cm. Na realização preferencial da presente invenção, um acelerômetro analógico foi posicionado na cabeça do usuário, através de uma tiara ou boné.

[0042] Para o sensoriamento da velocidade da cadeira, foram dispostos *encoders* às rodas, conforme Figura 3. Devido à cadeira de rodas utilizada não ser motorizada, foram adaptados às suas rodas, dois aros internos que tracionam a roda através de uma polia de borracha acoplada em cada motor, como pode ser visto na Figura 4.

[0043] A partir da implementação foi possível controlar a movimentação da cadeira de rodas, tornando acessível à portadores de deficiência motora

com deficiência também em membros superiores, como os tetraplégicos. Os movimentos cervicais correspondentes a uma determinada movimentação podem ser vistos na foto da Figura 5.

[0044] Os versados na arte valorizarão os conhecimentos aqui apresentados e poderão reproduzir a invenção nas modalidades apresentadas e em outros variantes, abrangidos no escopo das reivindicações anexas.

Reivindicações

1. Sistema de acionamento através do sensoriamento inercial do movimento cervical **caracterizado por** compreender:

- a) meios de sensoriamento inercial do movimento cervical do usuário;
- b) meios de sensoriamento inercial acoplados ao dispositivo móvel;
- c) meios de sensoriamento da velocidade do dispositivo móvel;
- d) meios de controle dos sinais sensoriais por lógica nebulosa;
- e) meios de acionamento do dispositivo móvel.

2. Sistema de acionamento, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelos** meios de sensoriamento inercial serem acelerômetros e/ou giroscópios e/ou magnetômetros.

3. Sistema de acionamento, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelos** meios de sensoriamento de velocidade serem *encoders*.

4. Sistema de acionamento, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo** meio de controle por lógica nebulosa ser um sistema eletrônico composto de um microcontrolador munido de uma lógica nebulosa de controle.

5. Uso do sistema de acionamento através do sensoriamento inercial do movimento cervical **caracterizado por** ser utilizado em dispositivos móveis.

6. Uso do sistema de acionamento através do sensoriamento inercial do movimento cervical, de acordo com a reivindicação 5, **caracterizado pelo** dispositivo móvel ser uma cadeira de rodas.

Figuras

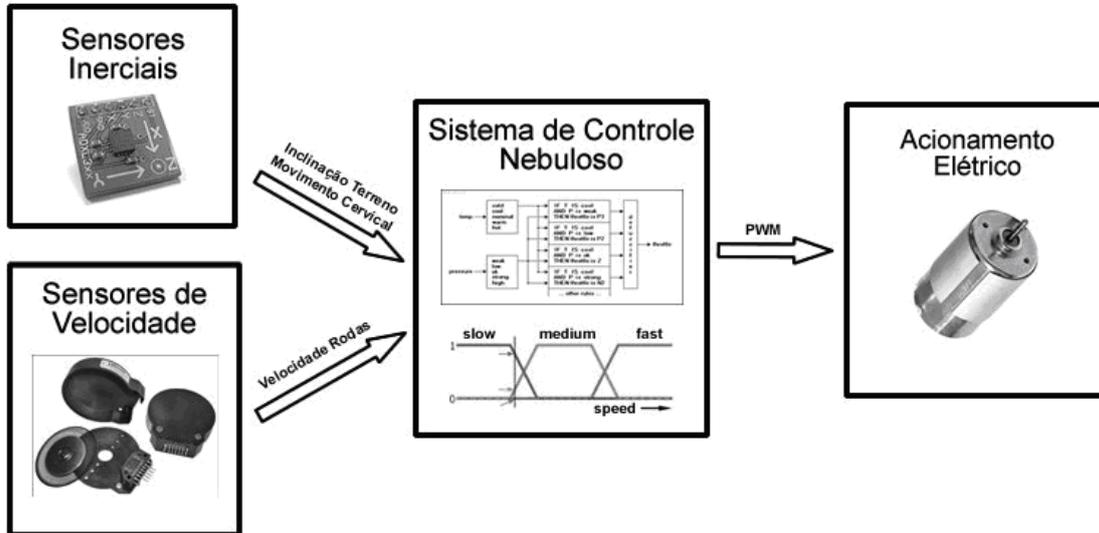


Figura 1

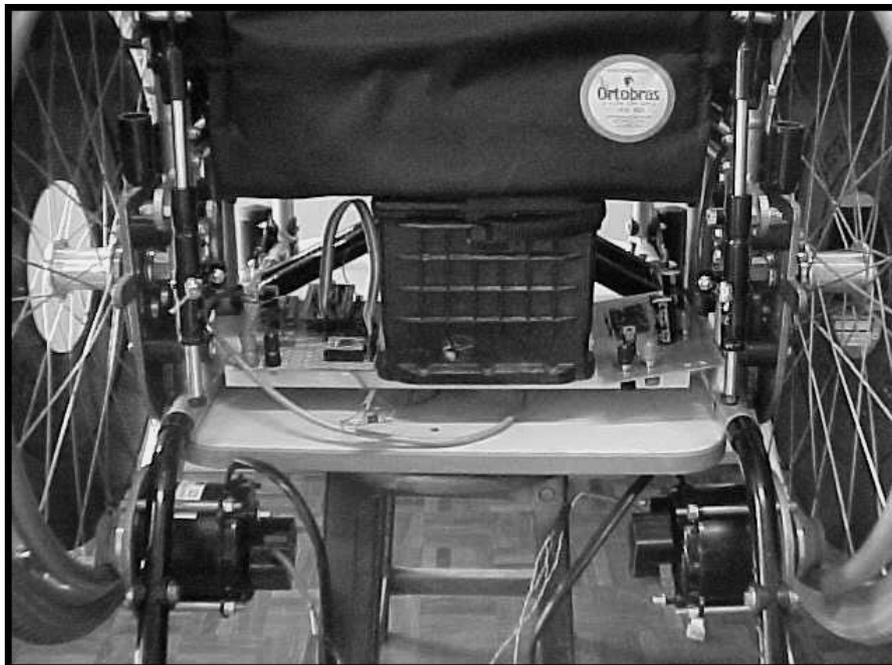


Figura 2

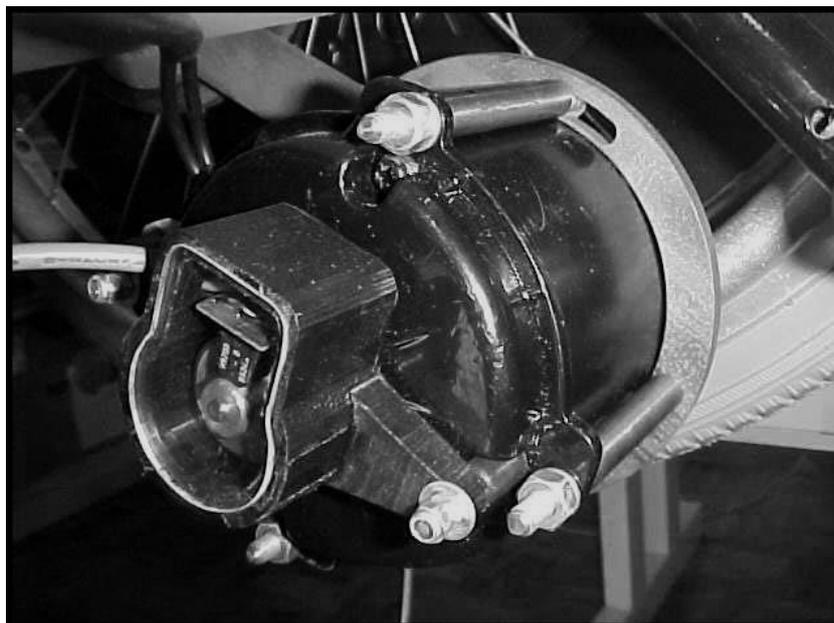


Figura 3

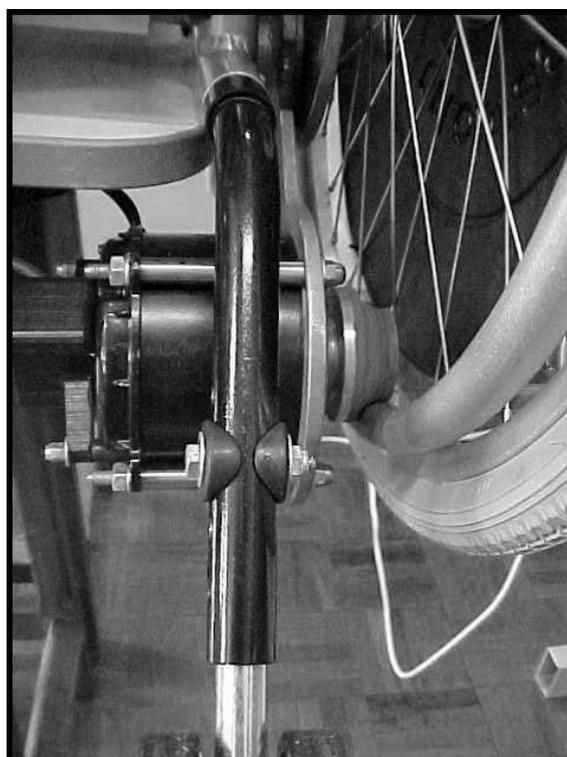


Figura 4

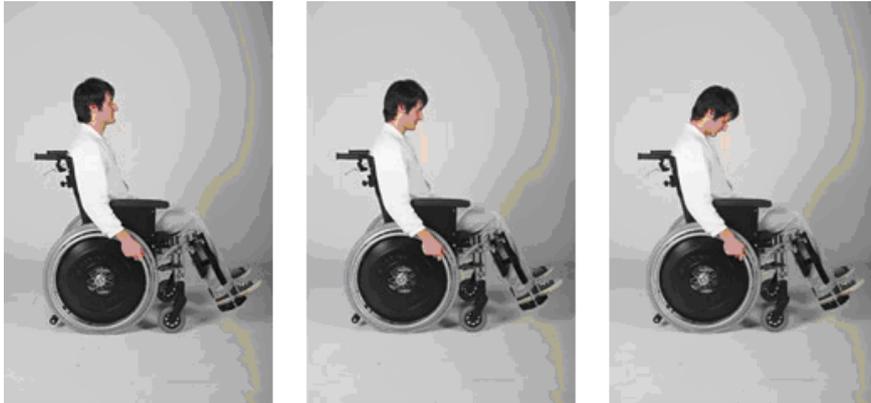


Figura 5



Figura 6



Figura 7

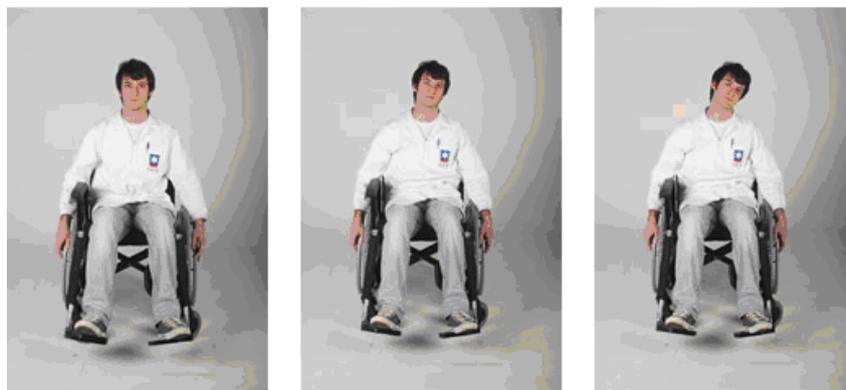


Figura 8



Figura 9



Figura 10