



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

**(11) BR 112014033098-0 B1**



**(22) Data do Depósito: 04/07/2013**

**(45) Data de Concessão: 04/01/2022**

---

**(54) Título:** DISPOSITIVO E PROCESSO DE MEDIÇÃO BINOCULAR DE PELO MENOS UMA CARACTERÍSTICA DA REFRAÇÃO OCULAR OBJETIVA DE UM SUJEITO

**(51) Int.Cl.:** A61B 3/00; A61B 3/10; A61B 3/11.

**(30) Prioridade Unionista:** 06/07/2012 FR 1201926.

**(73) Titular(es):** ESSILOR INTERNATIONAL.

**(72) Inventor(es):** KONOCHAN BARANTON; BENJAMIN ROUSSEAU; FABIEN DIVO; GUILHEM ESCALIER.

**(86) Pedido PCT:** PCT FR2013051596 de 04/07/2013

**(87) Publicação PCT:** WO 2014/006342 de 09/01/2014

**(85) Data do Início da Fase Nacional:** 30/12/2014

**(57) Resumo:** DISPOSITIVO E PROCESSO DE MEDIÇÃO DE PELO MENOS UMA CARACTERÍSTICA DE REFRAÇÃO OCULAR OBJETIVA DE UM SUJEITO PARA UMA PLURALIDADE DE DISTÂNCIAS DE VISÃO. A presente invenção se refere a um Dispositivo de medição da refração ocular objetiva de um sujeito para uma pluralidade de distâncias de visão compreendendo um sistema óptico de visão de proximidade variável apto para gerar seletivamente um primeiro alvo e um segundo alvo e um aparelho de captura de imagens que apresenta um eixo óptico para a medição destinado a ser alinhado sobre um eixo de visão do sujeito, em que o aparelho de captura de imagens está apto para capturar uma primeira imagem de refração ocular assim que o primeiro alvo é ativado e uma segunda imagem de refração ocular assim que o segundo alvo é ativado. De acordo com a presente invenção, o aparelho de captura de imagens e o sistema óptico de visão são dispostos de modo que o eixo óptico de medição e o eixo óptico de visão estejam contidos em um mesmo plano e que o eixo óptico de medição esteja inclinado com um ângulo alfa compreendido entre +5 graus e +85 graus em relação à linha horizontal.

“DISPOSITIVO E PROCESSO DE MEDIÇÃO BINOCULAR DE PELO MENOS UMA CARACTERÍSTICA DA REFRAÇÃO OCULAR OBJETIVA DE UM SUJEITO”

CAMPO TÉCNICO DA INVENÇÃO

**[0001]** A presente invenção se refere ao domínio dos aparelhos e dos processos para a medição da refração ocular de um sujeito. Mais particularmente se refere a um aparelho e a um processo de medição da refração ocular em um ou mais comportamentos visuais de um sujeito, por exemplo na visão ao longe (VL) e na visão de perto (VP), sem ponto de apoio para a cabeça do sujeito. Um óptico, um oftalmologista ou um optometrista são os principais usuários da presente invenção.

TÉCNICA ANTERIOR

**[0002]** A determinação precisa dos parâmetros da refração ocular de um indivíduo em diferentes posturas da cabeça e/ou para diferentes comportamentos visuais é essencial na fabricação de óculos de correção visual adaptados a estas diferentes posturas e/ou comportamentos visuais.

**[0003]** Se conhecem diferentes aparelhos e processos para a medição da refração ocular que permitem uma medição da refração ocular objetiva de um usuário para diferentes comportamentos visuais e/ou posturas da cabeça. Os referidos aparelhos são baseados em diferentes técnicas, por exemplo a fotorefração ou a técnica de esquiascopia. Particularmente, é conhecido se usar um autorefractômetro, um aberrômetro, um esquiascópio ou um aparelho de fotorefração com o fim de medir a refração objetiva dos olhos de um indivíduo em pelo menos um comportamento visual.

**[0004]** Um autorefractômetro pode permitir, em condições específicas, medir a refração do usuário na visão ao longe, por exemplo através de uma janela transparente que permite olhar a direito para a frente e igualmente na visão ao perto estimulada por um alvo gerado por um aparelho. Um aparelho da referida natureza necessita de uma tira para o queixo e de um ajuste tanto da tira para o queixo como da cabeça de medição do aparelho. Contudo, um autorefractômetro está limitado a uma medição em uma postura da cabeça constrangida pela tira para o queixo e por um ângulo de visão geralmente horizontal. Um autorefractômetro não permite medir a refração para todos os campos visuais, particularmente para uma postura de cabeça

diferente. Além disso, um autorefractômetro é volumoso. Geralmente um autorefractômetro permite medir determinados parâmetros tais como as distâncias pupilares (PD). No entanto, um autorefractômetro não permite medir outros parâmetros de ajuste essenciais tais como as semidistâncias da altura (H), do ângulo pantoscópico, a distância lente-olho (DVO) ou ainda a posição do centro de rotação do olho (CRO).

**[0005]** Os aparelhos de refractometria geralmente impõem constrangimentos ao usuário de óculos devido ao uso de uma tira para o queixo, de um apoio frontal ou ao guiamento da visão na direção de um alvo em um aparelho ou ainda devido a uma visão monocular. Os referidos constrangimentos posturais e/ou visuais não permitem realizar medições da refração ocular em condições representativas de uma visão binocular natural. Além disso, os referidos aparelhos não permitem medir a refração ocular do sujeito para diferentes posturas da cabeça representativas de diferentes tipos de comportamento visual, tais como a visão ao longe com olhar a direito para a frente e a visão de leitura aproximada com olhar abaixado.

**[0006]** Ora, as características da refração ocular variam em função da postura, das condições na visão ao longe, na visão ao perto, na visão intermediária, da direção do olhar monocular ou binocular.

**[0007]** Existem igualmente aparelhos mais móveis, tais como esquiascópios ou aparelhos de fotorefração. Os referidos aparelhos não necessitam de tira para o queixo e permitem ao futuro usuário de óculos adotar um comportamento natural e qualquer postura. Contudo, os referidos aparelhos requerem uma determinada destreza por parte do óptico para medir os parâmetros de refração ocular do usuário para diferentes posturas. Com efeito, o aparelho deve estar praticamente alinhado com o eixo visual em função da postura da cabeça. Finalmente, os referidos aparelhos não estão aptos para medir os parâmetros de ajuste (PD/H/DVO/CRO).

**[0008]** Por outro lado, a medição do conjunto de parâmetros de ajuste das lentes de compensação em uma armação de óculos para um usuário necessita de um outro aparelho para a medição e de etapas suplementares de medição. A duração necessária para realizar o conjunto de medições da refração ocular e dos parâmetros

de ajuste prejudica a eficácia de uma medição global do usuário assim como a precisão da medição, sendo que as condições de medição podem ser diferentes entre a medição da refração e a medição dos parâmetros de ajuste. Além disso, o uso de dois aparelhos diferentes é mais demorado, mais complexo e requer uma formação específica por parte do operador. Finalmente, o uso de dois aparelhos é dispendioso.

#### OBJETO DA INVENÇÃO

**[0009]** Uma das finalidades da presente invenção é propor um dispositivo e um processo de medição das características da refração ocular objetiva de um indivíduo de modo preciso, rápido e fiável em diferentes condições de visão, por exemplo na visão ao longe (VL) e na visão ao perto (VP) e em uma postura não constrangedora para o indivíduo. Uma outra finalidade da presente invenção é propor um dispositivo e um processo que permitam reagrupar as medições da refração ocular objetiva e as medições dos parâmetros de ajuste de modo que estes dois tipos de medição sejam realizados nas mesmas condições de visão e de postura do indivíduo.

**[0010]** Com o fim de remediar os inconvenientes acima referidos do estado da técnica, a presente invenção propõe um dispositivo de medição binocular de pelo menos uma característica da refração ocular objetiva de um sujeito para uma pluralidade de distâncias de visão. Mais particularmente, de acordo com a presente invenção o referido dispositivo compreende:

um sistema óptico de visão de proximidade variável apto para gerar seletivamente um primeiro alvo que apresenta um primeiro valor de proximidade P1 e pelo menos um segundo alvo que apresenta um segundo valor de proximidade P2, em que o referido primeiro alvo e o referido segundo alvo estão centrados em um único e mesmo eixo óptico de visão,

pelo menos uma fonte luminosa apta para gerar pelo menos um feixe de iluminação na direção dos olhos do sujeito,

um aparelho de captura de imagens, em que o referido aparelho apresenta um eixo óptico de medição alinhado sobre um eixo de visão do sujeito, em que o referido aparelho está adaptado para receber um feixe da refração ocular por refração de pelo menos um feixe da iluminação sobre os olhos do sujeito, em que o aparelho

de captura de imagens está adaptado para capturar uma primeira imagem da refração ocular dos dois olhos assim que é ativado o primeiro alvo de proximidade P1 e pelo menos uma segunda imagem da refração ocular dos dois olhos assim que é ativado o segundo alvo de proximidade P2,

um processador adaptado para receber a primeira imagem da refração ocular e a segunda imagem da refração ocular para, a partir destas, deduzir uma medição de pelo menos uma característica da refração ocular objetiva dos dois olhos do sujeito em função do primeiro valor de proximidade P1 e do segundo valor de proximidade P2,

uma caixa que suporta o sistema óptico de visão, uma fonte luminosa e o aparelho de captura de imagens,

o eixo óptico de visão está inclinado com um ângulo alfa em relação à linha horizontal, em que o ângulo alfa está compreendido entre +5 graus e +85 graus assim que a caixa está disposta sobre uma superfície horizontal, e

o aparelho de captura de imagens e o processador estão adaptados para medir as distâncias pupilares para o primeiro valor de proximidade P1 e para o segundo valor de proximidade P2 e/ou pelo menos um parâmetro de ajuste de entre a altura, o ângulo pantoscópico, a distância lente-olho e a posição do centro de rotação do olho.

**[0011]** O dispositivo de acordo com a presente invenção permite realizar medições da refração para uma pluralidade de distâncias de visão em pelo menos uma postura de visão em que o olhar do sujeito está inclinado em relação a uma linha horizontal. O dispositivo de acordo com a presente invenção permite uma medição da refração na visão ao perto em uma postura natural da visão sem constrangimento. O dispositivo de acordo com a presente invenção permite variar o valor de proximidade do alvo e medir a refração para um outro valor de proximidade sem modificar o eixo de visão que permanece inclinado em relação a uma linha horizontal.

**[0012]** Preferencialmente, o ângulo alfa está compreendido entre +15 graus e +40 graus.

**[0013]** De modo vantajoso, o dispositivo de medição compreende meios de

deslocamento e/ou de orientação do eixo óptico de visão de modo a alinhar o eixo óptico de medição sobre o eixo do olhar do sujeito.

**[0014]** De acordo com uma forma de realização particular, o dispositivo adicionalmente compreende meios de medição da distância entre o referido dispositivo e a cabeça do sujeito, em que os referidos meios de medição da distância são escolhidos de entre: um telémetro, um sistema para o tratamento de imagens baseado na qualidade das imagens, um sistema para o tratamento de imagens baseado na medição dos pontos de referência montados sobre um clipe fixado em uma armação de óculos, um sistema de calibração ou um sistema de medição da distância por ultrassons.

**[0015]** Vantajosamente, pelo menos uma fonte luminosa compreende pelo menos uma fonte infravermelha e o aparelho de captura de imagens está apto para capturar imagens no domínio infravermelho.

**[0016]** De acordo com uma forma de realização particular, o dispositivo adicionalmente compreende um separador óptico de feixe disposto sobre o trajeto óptico entre o sujeito e pelo menos uma fonte, o aparelho de captura de imagens, em que o separador óptico de feixe está apto para combinar o feixe de iluminação e o primeiro alvo ou o segundo alvo sobre o eixo óptico de visão na direção dos olhos do sujeito, em que o referido separador de feixe está apto para dirigir o feixe da refração ocular na direção do aparelho de captura de imagens sobre o eixo óptico de medição.

**[0017]** Vantajosamente, o separador óptico de feixe compreende um espelho dicróico.

**[0018]** Preferencialmente, o separador óptico de feixe compreende um espelho dicróico apto para transmitir o feixe de iluminação infravermelho e para refletir o feixe alvo.

**[0019]** De modo vantajoso, o ângulo entre o eixo óptico de medição e o eixo óptico de visão é inferior a 10 graus.

**[0020]** Preferencialmente, os eixos ópticos de medição e de visão são confundidos.

**[0021]** De acordo com uma forma de realização particular, o aparelho de captura

de imagens está adaptado para formar uma imagem do rosto do sujeito sobre um campo objeto que apresenta um diâmetro de pelo menos 50 mm.

**[0022]** A presente invenção se refere igualmente a um processo de medição binocular de pelo menos uma característica da refração ocular objetiva de um sujeito para uma pluralidade de distâncias de visão, em que o referido processo compreende as seguintes etapas:

geração de um primeiro alvo que apresenta um primeiro valor de proximidade P1 seguindo um eixo óptico de visão alinhado com o eixo de visão do sujeito, em que o eixo de visão está inclinado com um ângulo alfa compreendido entre +5 graus e +85 graus em relação à linha horizontal;

captura de uma primeira imagem da refração ocular dos dois olhos seguindo uma direção de medição assim que é ativado o primeiro alvo de proximidade P1;

geração de um segundo alvo que apresenta um segundo valor de proximidade P2 seguindo o mesmo eixo óptico de visão destinado a ser alinhado com o eixo de visão do sujeito, em que o eixo de visão está inclinado com um ângulo alfa compreendido entre +5 graus e +85 graus em relação à linha horizontal;

captura de pelo menos uma segunda imagem da refração ocular dos dois olhos seguindo a mesma direção de medição assim que é ativado o segundo alvo de proximidade P2;

tratamento numérico da primeira imagem da refração ocular e de pelo menos uma segunda imagem da refração ocular para a partir destas deduzir pelo menos uma característica da refração ocular objetiva dos dois olhos do sujeito em função do primeiro valor de proximidade P1 e do segundo valor de proximidade P2,

em que o processo adicionalmente compreende uma etapa para a medição das distâncias pupilares para o primeiro valor de proximidade P1 e para o segundo valor de proximidade P2 e/ou pelo menos um parâmetro de ajuste de entre a altura, o ângulo pantoscópico, a distância lente-olho e a posição do centro de rotação do olho.

**[0023]** De acordo com um aspecto preferido do processo de acordo com a presente invenção, a captura de uma primeira imagem da refração ocular é realizada

para uma primeira postura do sujeito e em que a captura de uma segunda imagem da refração ocular é realizada para uma segunda postura do sujeito diferente da primeira postura e em que as etapas para a captura de imagens são realizadas em condições em que a cabeça do sujeito está livre de constrangimentos físicos exteriores.

**[0024]** De acordo com um modo de realização particular, o processo adicionalmente compreende uma etapa preliminar de colocação de modo a posicionar e a orientar o dispositivo de medição em relação ao sujeito.

**[0025]** Vantajosamente, o processo de medição compreende uma etapa de aviso em caso de falha de posicionamento relativo ou de orientação relativa entre o dispositivo de medição e o sujeito.

#### DESCRIÇÃO DETALHADA DE UM EXEMPLO DE REALIZAÇÃO

**[0026]** A descrição que se segue com base nas figuras anexas, apresentadas a título de exemplos não limitativos, fará compreender melhor em que consiste a presente invenção e como esta pode ser realizada.

**[0027]** Nas figuras anexas:

**[0028]** a figura 1 representa esquematicamente um aparelho para a medição de acordo com uma forma de realização da presente invenção, disposto sobre uma mesa em frente a um usuário;

**[0029]** a figura 2a é uma vista lateral de um aparelho para a medição de acordo com uma forma de realização da presente invenção, na visão ao longe;

**[0030]** a figura 2b é uma vista lateral do aparelho para a medição da figura 2a na visão ao perto;

**[0031]** - a figura 3 é uma vista em perspectiva de uma caixa de medição de um aparelho para a medição de acordo com uma forma de realização da presente invenção;

**[0032]** - a figura 4 é uma imagem de um usuário equipado com um clipe com quadros de referência;

**[0033]** - a figura 5 representa um exemplo da interface gráfica de um aparelho para a medição de acordo com uma forma de realização da presente invenção;

**[0034]** - a figura 6 ilustra esquematicamente uma imagem de um usuário de



óculos na qual é representada uma cartografia dos parâmetros da refração ocular medidos em diferentes condições de visão e/ou de postura.

#### DISPOSITIVO

**[0035]** Se propõe um dispositivo que permite realizar medições da refração ocular sem constrangimento da cabeça do usuário, quer dizer sem tira para o queixo e sem apoio frontal. Por conseguinte o dispositivo confere liberdade ao usuário para a sua postura da cabeça. O dispositivo permite realizar medições da refração ocular objetiva para diferentes comportamentos de visão, incluindo diferentes posturas da cabeça. Opcionalmente, o dispositivo de acordo com a presente invenção permite igualmente realizar medições dos parâmetros de ajuste. O dispositivo tanto é compacto como simples no uso.

**[0036]** Na figura 1 é esquematicamente representado um dispositivo de acordo com uma primeira forma de realização da presente invenção, em condições de uso em que o dispositivo está disposto sobre uma mesa em frente a um usuário sentado. O dispositivo da figura 1 compreende:

**[0037]** uma caixa 6 que integra um dispositivo para a captura de imagens (por exemplo uma câmera), um sistema de iluminação para iluminar o rosto 20 do usuário (nomeadamente os dois olhos) e um sistema óptico de visão que apresenta uma proximidade variável entre pelo menos dois valores diferentes de proximidade, por exemplo na visão ao longe e na visão ao perto;

**[0038]** um processador que permite extrair das imagens captadas pela câmera os valores das refrações do usuário e opcionalmente as medições dos parâmetros de ajuste;

**[0039]** um sistema de controle da medição e de apresentação dos resultados da medição.

**[0040]** De modo vantajoso, um computador provido de uma interface gráfica, por exemplo um ecrã de visualização 5, realiza as funções do processador, do sistema de controle e de apresentação dos resultados da medição.

**[0041]** A caixa 6 e o ecrã de visualização 5 são dispostos sobre uma mesa 9. A caixa 6 está disposta em frente ao rosto 20 do usuário de modo a permitir a iluminação

do rosto 20 do usuário e a aquisição de imagens de pelo menos uma parte do rosto do usuário e particularmente dos dois olhos. Vantajosamente, o dispositivo para a captura de imagens compreende uma câmera, preferencialmente funcionando no domínio infravermelho. A câmera filma o futuro usuário de óculos. Mais precisamente, visa o rosto 20 do usuário a uma distância compreendida entre 300 mm e 700 mm, sendo que a atualização da imagem é feita sobre o rosto. Vantajosamente, o campo da câmera permite visualizar tanto os olhos do usuário como uma grande parte do seu rosto, particularmente em volta dos olhos.

**[0042]** Quando o usuário está equipado com uma armação de óculos 7 (a sua armação com correção ou uma armação escolhida), o campo da câmera permite ver a referida armação em grande parte, preferencialmente na íntegra.

**[0043]** Quando o usuário está equipado com uma armação com um clipe 8 provido de quadros de referência 18, 28, 38 (ver figura 4) ou com uma armação especial equipada com quadros de referência, os referidos quadros de referência são visíveis pela câmera, quer dizer o campo da câmera é compatível com a posição dos quadros de referência em relação aos olhos e os quadros de referência possuem um contraste suficiente no domínio infravermelho para poderem ser automaticamente detectados.

**[0044]** A câmera filma o usuário com um determinado ângulo alfa não nulo em relação à linha horizontal. Preferencialmente, o dispositivo está posicionado sobre uma mesa 9, por exemplo um balcão de venda do óptico, em que o balcão está a uma altura inferior àquela do rosto 20 do usuário. O ângulo de visão da câmera está assim inclinado com um ângulo alfa positivo (ver figuras 1 e 2).

**[0045]** Nas figuras 2a e 2b é representada uma vista em corte do dispositivo incluindo a caixa 6 do dispositivo da figura 1.

**[0046]** A caixa 6 das figuras 2a e 2b compreende:

uma câmera 1, que preferencialmente apresenta um dispositivo para a captura de imagens infravermelho e que permite filmar o rosto do usuário; o eixo óptico OC da câmera 1 está disposto de modo a visar o eixo do olhar do usuário; o eixo óptico OC forma um ângulo alfa positivo com uma linha direita horizontal OH;

um sistema de iluminação 2, preferencialmente infravermelho, é usado para

iluminar os olhos do usuário e para realizar as medições da refração por esquiascopia ou por fotorefração;

um separador de feixe 12 disposto no trajeto óptico entre a câmera 1 e o sistema de iluminação 2 para combinar o feixe de iluminação sobre o eixo óptico da câmera;

um sistema óptico de visão que permite ao usuário bascular de uma visão a uma distância predeterminada para uma outra distância de visão diferente, conservando uma direção do olhar idêntica;

um computador 4 provido de um ecrã de visualização 5 para controlar o comando dos elementos da caixa e apresentar os resultados de medição, preferencialmente sob a forma gráfica.

**[0047]** Nas figuras 2a e 2b é representado a tracejado o trajeto óptico dos feixes infravermelhos e em traço contínuo o trajeto óptico dos feixes no domínio visível. O separador de feixe 12 está orientado de modo a dirigir o feixe infravermelho de iluminação gerado pelo sistema de iluminação 2 na direção de uma abertura na caixa 6 na direção do rosto 20 do usuário. Por reflexão no rosto e nos olhos do usuário, um feixe infravermelho é enviado na direção da caixa. O separador de feixe 12 recebe o feixe infravermelho retroreflectido e transmite-o na direção da câmera 1. A câmera 1, o sistema de iluminação 2 e o separador de feixe 12 estão dispostos uns em relação aos outros de modo que o eixo óptico OC da câmera 1 forma um ângulo alfa com uma linha direita horizontal OH e de modo que o feixe de iluminação gerado pelo sistema de iluminação seja centrado sobre o eixo óptico OC.

**[0048]** De modo particularmente vantajoso, o eixo óptico OC do dispositivo para a captura de imagens é confundido com o eixo óptico do feixe de iluminação. O eixo óptico OC é dirigido na direção do rosto do usuário de modo que, considerando que o usuário está em uma postura de visão não constrangida, o eixo do seu olhar preferencialmente está centrado sobre o eixo óptico OC.

**[0049]** O dispositivo de medição adicionalmente compreende antes da câmera e do sistema de iluminação, um sistema óptico de visão que permite variar a proximidade de observação vista pelo usuário, tipicamente entre -0,5 dioptrias e +10

dioptrias.

**[0050]** Preferencialmente, conforme representado na figura 2a, na visão ao longe, é usado um espelho plano 23 específico, designado por espelho frio. O referido espelho 23 apresenta a particularidade de ser transparente no domínio infravermelho e refletor no domínio visível. A câmera 1 adquire imagens através do espelho 23 como se de uma janela transparente se tratasse. O espelho 23 pode ser usado conjuntamente com uma fonte luminosa 13 que emite raios no domínio visível (por exemplo no domínio verde) com o fim de apresentar uma imagem ao longe ao usuário. Alternativamente, o espelho 23 pode ser usado sem fonte 13. A título de ilustração, o espelho 23 pode ser orientado de modo que o usuário visualiza o teto da loja do óptico. Assim que a fonte 13 está presente e ligada, esta gera no teto 10, um motivo luminoso que o usuário pode ver por reflexo no espelho 23. A zona do teto destinada a ser iluminada pela fonte 13 preferencialmente está desprovida de iluminação e possui uma superfície difusora.

**[0051]** Na figura 2a, assim que a fonte 13 está desligada, o usuário olha diretamente para o teto 10. O usuário visualiza assim uma cena em uma condição de proximidade próxima de 0 dioptrias. Alternativamente, para que o usuário visualize em uma condição de visão ao longe, se pode usar uma inclinação do espelho 23 de modo que o usuário visualize um objeto realmente situado na visão ao longe (objeto no exterior da loja por exemplo), em que o eixo do seu olhar está alinhado sobre o eixo óptico OC da câmera. A cabeça do usuário está inclinada com um ângulo beta em relação à linha vertical de modo a simular a postura de visão ao longe com o eixo do olhar a direito para a frente. Nestas condições, a câmera permite simultaneamente filmar o rosto do usuário e medir a refração na visão ao longe.

**[0052]** Alternativamente, um espelho móvel em translação permite bascular de um alvo na visão ao longe para um alvo na visão ao perto.

**[0053]** De acordo com uma forma de realização particular, representada na figura 2b, o espelho 23 apresenta uma serigrafia na respectiva superfície com o fim de propor um motivo para estimular a visão ao perto (a aproximadamente 400 mm do rosto do usuário). Assim, para realizar a medição da refração na visão ao perto, se desliga a

fonte 13 (se existir) e se pede ao usuário para observar o motivo serigrafado na superfície do espelho 23. A cabeça do usuário está direita e o eixo do olhar está inclinado em relação a uma linha horizontal de modo a simular a postura de visão ao perto com lentes progressivas. Nestas condições, a câmera permite simultaneamente filmar o rosto do usuário e medir a refração na visão ao perto.

**[0054]** Alternativamente, para a distância na visão ao longe se pode usar um espelho frio côncavo, cujo foco corresponde aproximadamente a 400 mm (o foco coincide com o rosto do usuário). Neste caso, se utiliza diretamente o rosto do usuário que é levado ao infinito pelo espelho frio côncavo para a medição na visão ao longe. Para a medição na visão ao perto, se comuta por exemplo o espelho de modo a visualizar um outro alvo.

**[0055]** Alternativamente para a visão ao perto, se utiliza uma fonte luminosa localizada na proximidade do espelho e na proximidade do eixo da câmera ou se utiliza uma máscara serigrafada opaca no visível e transparente no IR que se superpõe ao espelho (o usuário assim não é incomodado pelo reflexo do espelho para fazer a atualização na visão ao perto) ou uma máscara perfurada, cuja perfuração serve de ponto de fixação na visão ao perto.

**[0056]** As serigrafias usadas podem ser realizadas com tintas transparentes no domínio infravermelho ou fluorescentes no domínio visível com o fim de não afetar a medição.

**[0057]** A figura 3 representa uma vista em perspectiva de uma caixa para a medição de acordo com uma forma de realização da presente invenção. A figura 3 permite detalhar o sistema de iluminação e para a captura de imagens.

**[0058]** O sistema de iluminação 2, preferencialmente infravermelho, é usado para realizar medições de fotorefração. De modo vantajoso, o sistema de iluminação compreende vários sectores de díodos eletroluminescentes (LED) infravermelhos. Os LEDs 22 iluminam o rosto do usuário e geram sobre a retina do olho uma mancha cujo tamanho depende da ametropia do usuário.

**[0059]** A câmera 1 permite visualizar a intensidade luminosa ligada à difusão da mancha sobre a retina sendo que se percebe, a nível da pupila do olho, um gradiente

de intensidade ligado à ametropia dos olhos (princípio de fotorefração bem conhecido).

**[0060]** O uso de diferentes sectores de LEDs 22 permite medir a ametropia dos olhos para diferentes eixos e a partir desta deduzir parâmetros de ametropias esférico-cilíndricas.

**[0061]** Os diferentes sectores de LEDs são ligados alternativamente e as imagens são captadas de modo síncrono com a ligação de um sector particular com o fim de realizar a medição da refração para esse eixo. Se observa então para as pupilas dos olhos gradientes de intensidade variáveis no caso da presença de astigmatismo.

**[0062]** Os diferentes sectores de LEDs 22 realizam um motivo cujo o centro coincide com o eixo óptico OC da câmara 1 infravermelha. No esquema das figuras 2a, 2b e 3, se utiliza uma lâmina semi-transparente 12 no infravermelho com o fim de realizar a referida coincidência. De modo alternativo, se pode igualmente dispor os LEDs 22 em volta da objetiva da câmara 1.

**[0063]** Um processador, nas figuras 1 e 2a e 2b representado por um computador 4, armazena as diferentes imagens e a partir destas extrai (por medição do gradiente de intensidade nas pupilas dos olhos seguindo a fonte usada) os valores de ametropia para cada um dos dois olhos e para uma condição de visão e um comportamento visual particular.

**[0064]** O ecrã 5 do computador 6 é usado com um fim de apresentar os resultados da medição. O ecrã 5 permite igualmente o controle da medição, particularmente para assegurar que os olhos e o rosto se encontram no campo de medição da câmara.

**[0065]** O óptico pode deslocar o dispositivo de medição e orientá-lo (caso de um usuário grande/pequeno) com o fim de recolocar o rosto e os olhos no campo de medição. Para este efeito é suficiente deslocar e/ou orientar a caixa 6.

**[0066]** Vantajosamente, a caixa 6 está equipada com patins de deslizamento com o fim de permitir ao óptico de o deslocar facilmente sobre a mesa 9. Eventualmente está equipado com um dispositivo para o ajuste em orientação com o fim de permitir a visualização do rosto do usuário de tamanho muito grande ou muito pequeno.

**[0067]** Opcionalmente (figura 4), o dispositivo compreende um clipe 8 destinado a

ser colocado na armação 7 de óculos do usuário. O clipe 8 está disposto na armação 7 do usuário (armação escolhida ou armação atual) ou eventualmente em uma armação específica usada unicamente para a medição. Este clipe 8 permite determinar precisamente a distância entre o usuário e o dispositivo, medir precisamente a refração e deduzir os parâmetros de ajuste (PD/H/DVO...) quando é usado com a armação escolhida. O clipe 8 é usado para realizar medições de parâmetros de ajuste e/ou para permitir controlar precisamente a postura da cabeça do usuário e para afinar as medições da refração realizadas.

**[0068]** Em alternativa ao clipe 8, se pode usar qualquer sistema que permita medir a posição da cabeça em relação ao aparelho para a medição (por exemplo: se mede a distância com o auxílio de um telémetro óptico ou por ultrassons). Se mede a posição da cabeça usando a armação como referência, sendo que os parâmetros geométricos da armação são perfeitamente conhecidos.

**[0069]** Em alternativa à caixa 6 disposta sobre a mesa 9, o dispositivo de acordo com a presente invenção pode ser do tipo nómada (por exemplo um PC tablet), sendo que o dispositivo compreende um aparelho disponível para o usuário. Vantajosamente, a medição na VP é realizada com o aparelho disposto sobre uma mesa e a medição na VL é realizada com o aparelho na mão. Esta solução, contudo, corre o risco de gerar perdas de precisão da medição devidas a tremores durante a medição.

**[0070]** A figura 5 representa um exemplo de uma interface gráfica de um aparelho para a medição de acordo com uma forma de realização da invenção, após o ajuste correto à etapa 2 do processo, sendo que a parte superior representa uma imagem do rosto do usuário sobre a qual são apresentados os parâmetros de medição da refração ocular e os parâmetros de ajuste e que a parte inferior da imagem indica outras medições de parâmetros da refração ocular do usuário e de parâmetros de ajuste. Na imagem de vídeo da parte superior, é apresentado um rectângulo 15 de enquadramento em superposição sobre a imagem do rosto do usuário. Este retângulo 15 serve de ponto de referência para controlar a centragem dos olhos do usuário em relação ao campo de visão da câmara.

**[0071]** As vantagens do referido dispositivo são as seguintes:  
compatível com um uso sobre a mesa, por ser muito compacto;  
ausência de constrangimentos sobre o usuário (ausência de tira para o queixo e de apoio frontal);  
possibilidade de medir a refração para pelo menos dois valores de proximidade e qualquer postura da cabeça;  
capacidade de medir ao mesmo tempo os parâmetros de ajuste (por meio do uso de um clipe);  
capacidade de medir mais precisamente a refração (no caso do uso do clipe).

#### PROCESSO

**[0072]** Se propõe igualmente um método para a medição da refração para diferentes posturas/comportamentos visuais, sendo que o referido método compreende as seguintes etapas:

**[0073]** medição da refração para uma primeira distância de visão predeterminada e em uma primeira postura predeterminada. O controle da postura é realizado por meio da apresentação no ecrã ou opcionalmente pelo uso de um clipe. Por exemplo, o eixo do olhar é sensivelmente abaixado e a proximidade da primeira distância de visão corresponde à visão ao perto (fig. 2b).

**[0074]** medição da refração para uma segunda distância de visão diferente da primeira distância de visão, em uma segunda postura da cabeça diferente da primeira postura da cabeça. Neste caso igualmente, a nova postura é controlada por meio da apresentação no ecrã ou opcionalmente por uso do clipe. Por exemplo, a cabeça está inclinada para a frente (fig. 2a). Durante esta segunda medição, o eixo do olhar é sensivelmente idêntico àquele da primeira medição, mas a postura da cabeça e/ou a distância de visão são diferentes.

**[0075]** De modo vantajoso, se utiliza o dispositivo das figuras 2a e 2b do seguinte modo:

**[0076]** O dispositivo é colocado sobre o balcão de venda do óptico. O dispositivo é conectado a um processador que tanto serve como computador como igualmente



como sistema de interface gráfico de apresentação e de controle. O óptico está em frente ao respectivo computador e o usuário está sentado em frente deste. Se supõe que o usuário está equipado com a armação escolhida, por sua vez equipada com um clipe.

#### ETAPA 1: AJUSTE DO DISPOSITIVO EM POSIÇÃO

**[0077]** O óptico inicia o dispositivo e uma imagem de vídeo aparasse no ecrã do computador, fornecendo a imagem capturada pela câmara infravermelha (IR). Com o fim de obter uma imagem suficientemente luminosa, o conjunto de LEDs IR pode ser ligado neste momento.

**[0078]** O óptico pede então ao usuário para observar um primeiro alvo gerado pelo dispositivo (por exemplo, a projeção no teto da fonte 13 através do espelho 23). O óptico ajusta o dispositivo com o fim de os olhos do usuário e o rosto estejam no campo da câmara, deslocando a caixa 6 sobre a mesa.

**[0079]** Eventualmente, quando o usuário apresenta um tamanho significativamente diferente da média (muito pequeno ou muito grande), o óptico pode ser levado a ajustar o ângulo alfa para recentrar o rosto no campo da câmara. De modo alternativo, se pode ajustar a altura do usuário (cadeira ajustável) com o fim de posicionar o rosto no campo da câmara.

**[0080]** Um ajuste da distância entre a câmara e o rosto do usuário pode igualmente ser necessário. Neste caso, o óptico ajusta a distância de modo a ter uma imagem nítida no ecrã. Quando o clipe 8 é usado, se pode igualmente usar os pontos de referência do clipe com o fim de determinar precisamente esta distância e indicar ao óptico o sentido de ajuste. Durante esta etapa de ajuste, a cabeça do usuário está livre para realizar os movimentos sem constrangimento.

**[0081]** As etapas que se seguem são descritas em uma ordem que pode ser permutada.

#### ETAPA 2: AJUSTE DA POSTURA DA CABEÇA NA VISÃO AO LONGE

**[0082]** O usuário fixa o primeiro alvo na visão ao longe, por exemplo o alvo projetado no teto pela fonte 13. O óptico eventualmente pode pedir ao usuário para balançar a cabeça para a frente ou para trás, continuando a fixar o alvo, quando se

estima que a cabeça está demasiado inclinada ou quando se deseja modificar a postura da cabeça.

**[0083]** Por exemplo, quando as pupilas dos olhos não estão centradas nas armações, se pode pedir ao usuário para inclinar a cabeça para voltar a centrá-los.

**[0084]** De modo alternativo, se pode usar a indicação do ângulo pantoscópico fornecido pelos pontos de referência do clipe para controlar a postura da cabeça, por exemplo verificando que o ângulo pantoscópico medido está próximo do ângulo pantoscópico da armação.

**[0085]** De modo geral, o óptico pode pedir ao usuário para adotar uma postura da cabeça que considera útil para a medição da refração.

**[0086]** Quando o aparelho está bem posicionado, é apresentada uma imagem equivalente àquela apresentada na figura 5 no ecrã. Neste caso, a postura da cabeça é tal que o abaixamento do olhar em relação à cabeça é aproximadamente quase nulo (próximo de um abaixamento do olhar em relação à cabeça na visão ao longe).

**[0087]** Por conseguinte uma medição pode ser realizada e os diferentes sectores de LEDs IR são ligados seguindo uma sequência predeterminada com o fim de realizar uma primeira medição da refração. O valor da refração de cada olho é apresentado na parte inferior do ecrã de visualização conforme representado na figura 5, para uma primeira postura e para uma primeira distância de visão ou, por outras palavras, para o primeiro valor de proximidade P1.

**[0088]** Se pode controlar que o usuário observa corretamente o alvo no teto 10 verificando que o seu olhar converge no alvo no teto, por exemplo medindo a posição relativa das pupilas e dos reflexos corneanos.

**[0089]** Na prática, para realizar a medição, se procede do seguinte modo:

**[0090]** Quando se considera que o usuário está bem posicionado, se inicia a medição (por exemplo premindo um botão) e se recupera uma sequência de imagens capturadas com os diferentes LEDs IR.

**[0091]** A sequência de imagens é registrada no computador 4 para um tratamento subsequente.

**[0092]** Uma destas imagens pode por exemplo ser capturada com todos os LEDs

IR ligados, o que permite ter um fluxo luminoso máximo. Nesta imagem, se referencia a posição das pupilas, a posição dos reflexos corneanos e a posição dos diferentes marcadores do clipe.

**[0093]** A posição dos reflexos corneanos ou dos centros das pupilas permite determinar a distância interpupilar (PD) em número de pixéis sobre a imagem e a distância em pixéis entre os marcadores do clipe permite conhecer o tamanho de um pixel em mm. Se pode assim determinar o valor da distância pupilar em mm.

**[0094]** Do mesmo modo, se pode medir a distância entre os reflexos corneanos/centros de pupila e os bordos inferiores da armação para determinar as alturas de montagem, ou, a distância entre os reflexos corneanos/centros de pupila e o meio do ponto para determinar as  $\frac{1}{2}$  distâncias pupilares.

**[0095]** As outras imagens da sequência podem ser usadas para medir a refração, por exemplo cada imagem corresponde ao ligamento de um sector de LEDs IR e, por conseguinte, à medição da ametropia para diferentes eixos.

**[0096]** Se determina sobre cada imagem o tamanho da pupila e a respectiva intensidade ou mais precisamente o respectivo gradiente de intensidade. O sentido do gradiente e o respectivo valor descrevem diretamente a ametropia do olho implicada no eixo medido e são suficientes pelo menos três imagens para três sectores diferentes (por exemplo a  $0^\circ$ ,  $120^\circ$  e  $240^\circ$ ) para determinar completamente a esfera, o cilindro e o eixo de cilindro do olho. É possível usar mais de três imagens para melhorar a medição.

**[0097]** Com o fim de aumentar a dinâmica de medição, se pode usar LEDs de excentricidade crescente para cada sector. Por exemplo, se o LED de excentricidade mínima para o primeiro sector dá lugar a uma saturação sobre o gradiente de intensidade da pupila, se utiliza a imagem correspondente ao LED de excentricidade imediatamente superior, e assim sucessivamente, até que não se observe mais saturação. Se considera que há uma saturação do gradiente de intensidade na pupila quando esta possui zonas ou a intensidade, que é forte, quase não varia (zona no bordo da pupila).

**[0098]** A ametropia  $A_i$  para o sector  $i$  considerado é dado por uma função  $F_i$  que

depende do diâmetro pupilar, do gradiente e da excentricidade:

$$A_i = F_i(\text{Diam}, \text{Gradient}, \text{Ex}).$$

**[0099]** Esta função  $F_i$  é obtida por calibração prévia do aparelho ou por cálculo (ver “Light-intensity distribution in eccentric photorefraction crescents”, Kussel J. Opt. Soc. Am. A/Vol. 15, N.º 6/junho 1998).

### ETAPA 3: MEDIÇÃO DE ACORDO COM UMA OUTRA POSTURA E/OU OUTRO COMPORTAMENTO VISUAL

**[00100]** Neste caso se pede ao usuário para observar um segundo alvo na visão ao perto (ver fig. 2b). Para este efeito, o alvo projetado no teto através da fonte 13 é desligado e o usuário observa o motivo serigrafado sobre o espelho 23.

**[00101]** Normalmente não é necessário ajustar novamente a posição e a orientação da caixa 6.

**[00102]** Nesta etapa, o óptico pode pedir ao usuário que gire a cabeça com o fim de lhe impor uma postura da cabeça adequada. Por exemplo, se pode pedir ao usuário para levantar a cabeça, fixando o alvo serigrafado, até ao momento que as pupilas se situam no bordo inferior da armação, o que corresponde a uma zona de visão na visão ao perto para uma lente progressiva.

**[00103]** Alternativamente, se pode usar a medição do ângulo pantoscópico através dos pontos de referência do clipe para controlar ou impor uma postura da cabeça, por exemplo para impor uma postura da cabeça que gera um abaixamento do olhar de 30 graus em relação à visão ao longe.

**[00104]** Neste caso, se apresenta por exemplo no ecrã 5, o ângulo de rotação da cabeça entre a primeira postura (na visão ao longe) e a segunda postura (na visão ao perto) com o fim de auxiliar o óptico a escolher a postura conveniente.

**[00105]** Se põe igualmente controlar se o usuário observa bem o alvo serigrafado verificando se o seu olhar converge no alvo, por exemplo medindo a posição relativa das pupilas em relação aos reflexos corneanos.

**[00106]** O conjunto destas medições (etapa 1 e etapa 2) pode ser realizado de modo contínuo e se pode medir a refração para um conjunto contínuo de posturas da cabeça para cada uma das etapas. A partir deste conjunto de medições, se pode

apresentar em uma imagem que representa a armação, a refração medida nos pontos de interseção do olhar e do plano da armação para o olho direito e para o olho esquerdo.

**[00107]** A título de exemplo ilustrativo, a figura 6 representa uma imagem de cartografia das refrações em projeção no plano da armação. Mais precisamente, a figura 6 representa esquematicamente uma imagem de um usuário de óculos na qual é representada uma cartografia dos parâmetros de refração ocular medidos em diferentes condições de visão e apresentados em projeção no plano das lentes de correção. As curvas 30G, 31G, 32G, 33G, 30D, 31D, 32D, 33D representam exemplos de curvas iso esféricas para a visão ao perto, em intervalos de 0,125 dioptrias entre duas curvas adjacentes, sendo que cada curva está centrada no ponto de interseção do olhar de cada olho com o plano da armação.

**[00108]** Além disso, as medições da refração podem ser tornadas mais precisas graças ao uso do clipe 8. Com efeito, a fotorefração geralmente é realizada sem medição de distância precisa, o que conduz a imprecisões nas medições da refração. Conhecendo os parâmetros do clipe, por meio de procedimentos de calibração e de ajuste, se pode assim, conhecendo a distância precisa entre o dispositivo e o usuário, medir precisamente os diâmetros pupilares assim como a distância entre a pupila do olho e a câmera. Ora, estes dois parâmetros são muito importantes para a precisão da medição. Com efeito, o gradiente de intensidade é proporcional ao quadrado do diâmetro pupilar. Uma medição imprecisa do diâmetro pupilar gera um erro significativo na medição da refração.

**[00109]** Se pode igualmente usar armações equipadas com lentes de correção (pré-montadas ou óculos experimentais) com o fim de corrigir pelo menos parcialmente a ametropia na visão ao longe do usuário. Isto permite ao usuário ter uma visão relativamente nítida durante as etapas 2 e 3. O uso de lentes de potência não nula durante a medição, permite igualmente limitar a dinâmica de medição do dispositivo e favorece assim a precisão da medição. Neste caso, na prática, se pretende que os reflexos das superfícies das lentes não se superponham às pupilas dos olhos.

**[00110]** Se realiza igualmente um corretivo da medição considerando a perda de

luminosidade ligada aos reflexos nas superfícies (4% aproximadamente por superfície, ida e volta) e se deduz a partir da medição a potência da lente.

#### ETAPA 4 (OPCIONAL) MEDIÇÃO DOS PD/H/DVO/CRO

**[00111]** Se pode, durante a etapa 2 ou a etapa 3, medir as distâncias pupilares na visão ao longe e na visão ao perto. Para este efeito, se utiliza respectivamente os pontos de referência 18, 28, 38 do clipe 8 para realizar uma atualização da escala da imagem, dos reflexos corneanos ou do círculo pupilar e dos contornos da armação 7 visualizados graças à iluminação infravermelha.

**[00112]** A iluminação infravermelha apresenta a vantagem de gerar um contraste muito bom nas pupilas e de não ofuscar o usuário.

**[00113]** A medição do diâmetro pupilar ou do semi-diâmetro pupilar é realizada por meio da medição do centro das pupilas (ou dos reflexos corneanos) e por meio da determinação do centro da armação.

**[00114]** A medição das alturas (H) é realizada por meio da medição da distância entre os centros das pupilas e os bordos inferiores direito e esquerdo da armação 7. A postura da cabeça tem uma forte influência na medição das alturas, se pode considerar uma medição em duas etapas com o fim de melhorar a precisão desta medição. Neste caso, uma medição é realizada na postura natural (o usuário olha a direito em frente) e uma segunda medição é realizada, sendo que a segunda medição é a etapa 2 ou a etapa 3. Neste caso o dispositivo está equipado com um inclinómetro com o fim de realizar a correção da postura.

**[00115]** A medição da distância lente-olho (DVO) é realizada por meio de uma análise das disparidades entre as duas posturas naturais nas etapas 2 ou 3.

**[00116]** As vantagens do método para a medição da refração de acordo com a presente invenção são as seguintes:

realização de medições da refração para posturas da cabeça variáveis;

medição prévia das posturas da cabeça que correspondem a posturas naturais e posteriormente medição da refração nestas posturas medidas;

variação do abaixamento do olhar em relação à cabeça de qualquer modo, jogando com a postura da cabeça, sendo que o eixo do olhar permanece fixo e

centrado no eixo de medição, o que vantajosamente permite medir quase continuamente a variação da refração em função do abaixamento do olhar em relação à cabeça. O eixo do olhar permanece fixo e inclinado em relação à linha horizontal, sendo que o usuário pode modificar livremente o abaixamento do olhar em relação à cabeça simplesmente baixando ou levantando a sua cabeça;

possibilidade de medir simultaneamente as distâncias pupilares para diferentes distâncias de visão, assim como parâmetros de ajuste tais como a altura/ângulo pantoscópico/DVO (no caso do uso de um clipe) o que permite limitar o número e a duração das medições para realizar uma lente personalizada.

## REIVINDICAÇÕES

1. Dispositivo de medição binocular de pelo menos uma característica da refração ocular objetiva de um sujeito para uma pluralidade de distâncias de visão, caracterizado por o referido dispositivo compreender:

um sistema óptico de visão (13, 23) de proximidade variável apto para gerar seletivamente um primeiro alvo que apresenta um primeiro valor de proximidade P1 e pelo menos um segundo alvo que apresenta um segundo valor de proximidade P2, em que o referido primeiro alvo e o referido segundo alvo estão centrados em um único e mesmo eixo óptico de visão (OV) permitindo variação de um abaixamento do olhar do sujeito em relação à sua cabeça, enquanto mantém a mesma direção do olhar;

pelo menos uma fonte luminosa (2) apta para gerar pelo menos um feixe de iluminação na direção dos dois olhos do sujeito,

um aparelho de captura de imagens (1), em que o referido aparelho tendo um eixo óptico de medição (OC) alinhado sobre um eixo de olhar do sujeito, o aparelho de captura de imagens sendo colocado e tendo um campo adaptado para aquisição de imagem dos dois olhos e pelo menos uma parte do rosto do usuário;

referido aparelho está adaptado para receber um feixe da refração ocular por refração de pelo menos um feixe de iluminação sobre os olhos do sujeito, em que o aparelho de captura de imagens está adaptado para capturar uma primeira imagem de refração ocular dos dois olhos assim que é ativado o primeiro alvo de proximidade P1 e pelo menos uma segunda imagem de refração ocular dos dois olhos assim que é ativado o segundo alvo de proximidade P2, e

um processador adaptado para receber a primeira imagem de refração ocular e a segunda imagem de refração ocular para assim deduzir uma medição de pelo menos uma característica da refração ocular objetiva dos dois olhos do sujeito em função do primeiro valor de proximidade P1 e do segundo valor de proximidade P2, e como uma função do abaixamento do olhar do sujeito em relação à sua cabeça, enquanto mantém a direção do olhar centrado no eixo de medição (OC),

uma caixa (6) que suporta o sistema óptico de visão, a pelo menos uma



fonte luminosa (2) e o aparelho de captura de imagens (1),

o eixo óptico de visão (OV) estando inclinado com um ângulo alfa em relação à horizontal, em que o ângulo alfa está compreendido entre +5 graus e +85 graus assim que a caixa (6) está disposta sobre uma superfície horizontal,

o aparelho de captura de imagens e o processador estando adaptados para medir as distâncias pupilares para o primeiro valor de proximidade P1 e para o segundo valor de proximidade P2 e pelo menos um parâmetro de ajuste entre a altura, o ângulo pantoscópico, a distância lente-olho e a posição do centro de rotação do olho.

2. Dispositivo de medição de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por compreender meios de deslocamento e/ou de orientação do eixo óptico de visão (OV) de modo a alinhar o eixo óptico de medição (OC) sobre o eixo do olhar do sujeito.

3. Dispositivo de medição de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizado adicionalmente por compreender meios de medição da distância entre o referido dispositivo e a cabeça do sujeito, em que os referidos meios de medição da distância são escolhidos entre: um telêmetro, um sistema para o tratamento de imagens baseado na qualidade das imagens, um sistema para o tratamento de imagens baseado na medição dos pontos de referência montados sobre um clipe (8) fixado em uma armação (7), um sistema de calibração ou um sistema de medição da distância por ultrassons.

4. Dispositivo de medição de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, caracterizado pelo fato de que pelo menos uma fonte luminosa (2) compreende pelo menos uma fonte infravermelha (22) e em que o aparelho de captura de imagens (1) está apto para capturar imagens no domínio infravermelho.

5. Dispositivo de medição de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, caracterizado adicionalmente por compreender um separador óptico de feixe (12, 23) disposto sobre o trajeto óptico entre o sujeito e pelo menos uma fonte (2), o aparelho de captura de imagens (1), o separador óptico de feixe (12, 23) estando apto para combinar o feixe de iluminação e o primeiro alvo ou o segundo alvo sobre o eixo óptico de visão (OV) na direção dos olhos do sujeito, em que o referido separador de

feixe (12, 23) está apto para dirigir o feixe da refração ocular na direção do aparelho de captura de imagens (1) sobre o eixo óptico de medição (OC).

6. Dispositivo de medição de acordo com a reivindicação 4 e 5, caracterizado pelo fato de que o separador óptico de feixe (12, 23) compreende um espelho dicróico apto para transmitir o feixe de iluminação infravermelho e para refletir o feixe alvo.

7. Dispositivo de medição de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 6, caracterizado pelo fato de que o ângulo entre o eixo óptico de medição (OC) e o eixo óptico de visão (OV) é inferior a 10 graus.

8. Dispositivo de medição de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de que os eixos ópticos de medição (OC) e de visão (OV) são confundidos.

9. Dispositivo de medição de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 7, caracterizado pelo fato de que o aparelho de captura de imagens (1) está adaptado para formar uma imagem do rosto do sujeito sobre um campo objeto que apresenta um diâmetro de pelo menos 50 mm.

10. Processo de medição binocular de pelo menos uma característica da refração ocular objetiva de um sujeito para uma pluralidade de distâncias de visão, o referido processo caracterizado por compreender as seguintes etapas:

gerar um primeiro alvo tendo um primeiro valor de proximidade P1 seguindo um eixo óptico de visão (OV) alinhado com o eixo do olhar do sujeito, em que o eixo do olhar está inclinado com um ângulo  $\alpha_1$  compreendido entre +5 graus e +85 graus em relação à horizontal;

gerar um feixe de iluminação na direção dos dois olhos do sujeito;

separar e direcionar um feixe de refração ocular formado por refração do referido pelo menos um feixe de iluminação nos olhos do sujeito, na direção do aparelho de captura de imagens sobre o eixo óptico de medição;

capturar uma primeira imagem de refração ocular dos dois olhos seguindo uma direção de medição (OC) assim que é ativado o primeiro alvo de proximidade P1, o campo da referida primeira imagem permitindo visualização dos dois olhos e pelo menos uma parte do rosto do usuário;

gerar um segundo alvo tendo um segundo valor de proximidade P2 seguindo o mesmo eixo óptico de visão (OV) destinado a ser alinhado com o eixo do olhar do sujeito, em que o eixo do olhar está inclinado com um ângulo  $\alpha_2$  compreendido entre +5 graus e +85 graus em relação à horizontal, a direção do olhar permanecendo centrado no eixo de medição (OC) e o abaixamento do olhar do sujeito variando em relação à sua cabeça;

capturar pelo menos uma segunda imagem de refração ocular dos dois olhos seguindo a mesma direção de medição (OC) assim que é ativado o segundo alvo de proximidade P2, o campo da referida segunda imagem permitindo visualização dos dois olhos e pelo menos uma parte do rosto do usuário; e

tratar numericamente a primeira imagem de refração ocular e pelo menos uma segunda imagem de refração ocular para assim deduzir pelo menos uma característica de refração ocular objetiva dos dois olhos do sujeito em função do primeiro valor de proximidade P1 e do segundo valor de proximidade P2, e como uma função do abaixamento do olhar do sujeito em relação a sua cabeça, enquanto mantém a direção do olhar centrado no eixo de medição (OC);

em que o processo adicionalmente compreende uma etapa de medir as distâncias pupilares para o primeiro valor de proximidade P1 e para o segundo valor de proximidade P2 e/ou pelo menos um parâmetro de ajuste entre a altura, o ângulo pantoscópico, a distância lente-olho e a posição do centro de rotação do olho.

11. Processo de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de que a uma primeira imagem da refração ocular é capturada para uma primeira postura do sujeito e em que uma segunda imagem da refração ocular é capturada para uma segunda postura do sujeito diferente da primeira postura e em que as etapas para a captura de imagens são realizadas em condições em que a cabeça do sujeito está livre de constrangimentos físicos exteriores.

12. Processo de medição de acordo com a reivindicação 10 ou 11, caracterizado adicionalmente por compreender uma etapa preliminar de colocar no lugar de modo a posicionar e a orientar o dispositivo de medição em relação ao sujeito.

13. Processo de medição de acordo com qualquer uma das reivindicações

10 a 12, caracterizado por compreender uma etapa de avisar em caso de falha de posicionamento relativo ou de orientação relativa entre o dispositivo de medição e o sujeito.

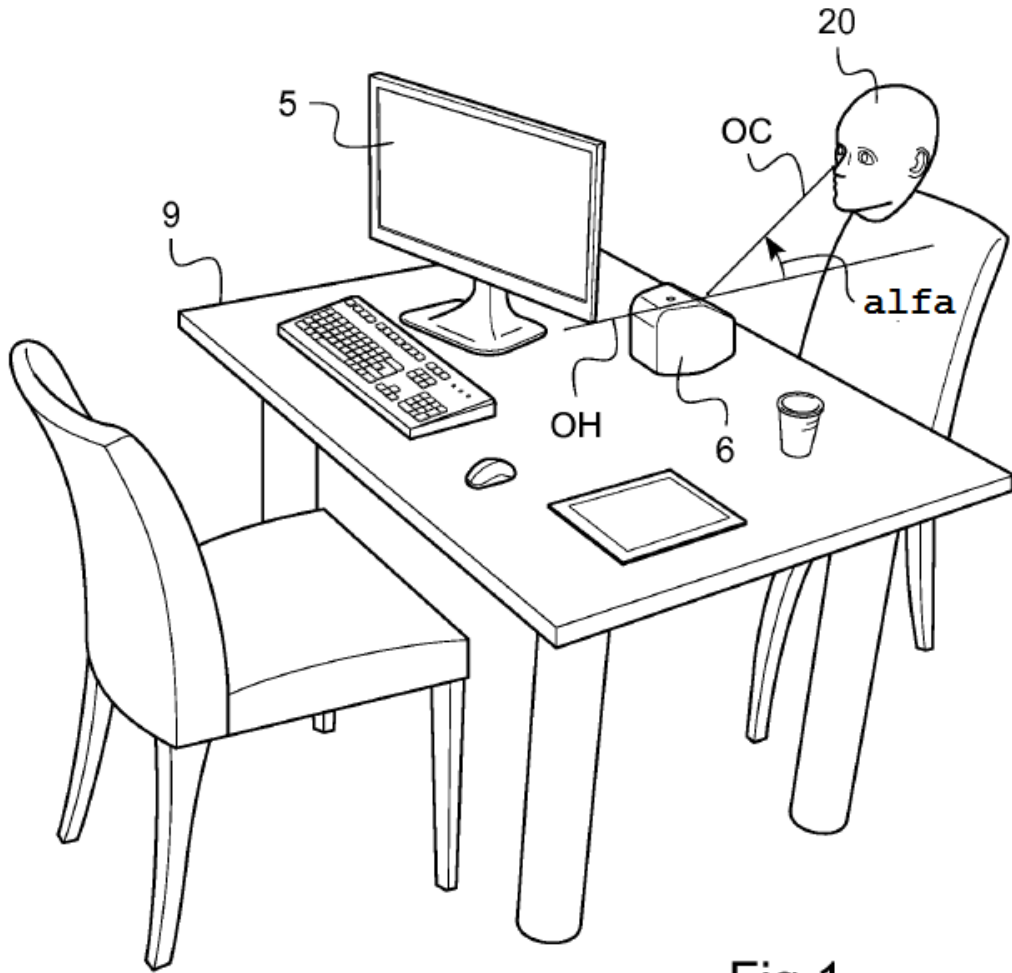


Fig.1

Fig.2a

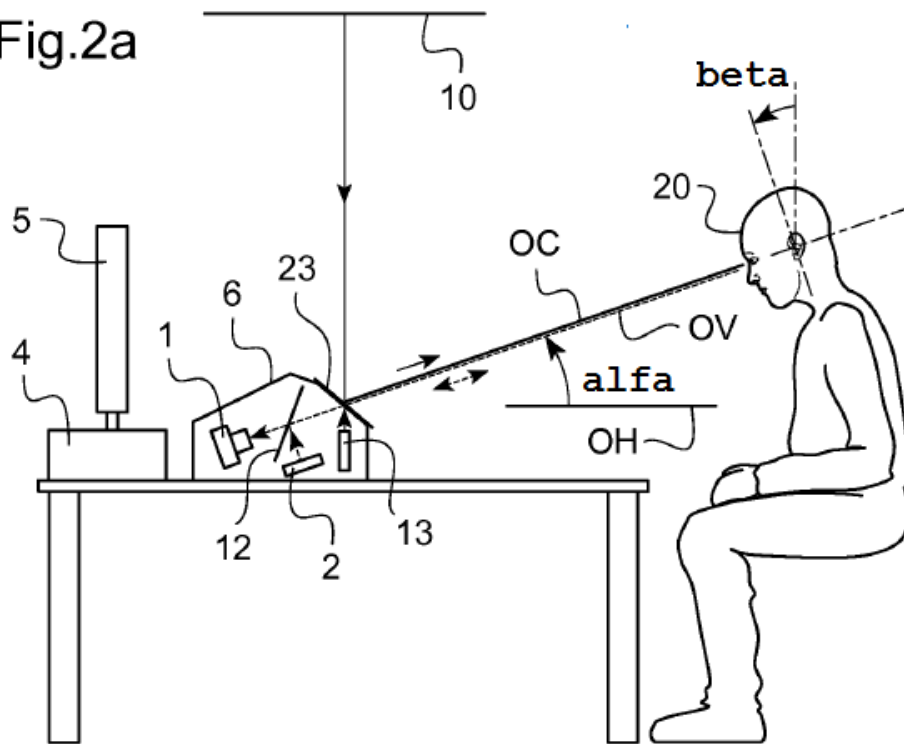


Fig.2b

