

**materia**

**Óptica Oftálmica I**

unidade didáctica 7

# O focómetro de ocular

**José Ramón Flores Seijas**

Departamento de Física Aplicada  
Facultade de Óptica e Optometría

**titulación**

Grao de Óptica e Optometría



VICERREITORÍA DE ESTUDANTES,  
CULTURA E FORMACIÓN CONTINUA





unidade didáctica 7

# 0 focómetro de ocular

**José Ramón Flores Seijas**

Departamento de Física Aplicada  
Facultade de Óptica e Optometría



© Universidade de Santiago de Compostela, 2013



Esta obra atópase baixo unha licenza Creative Commons BY-NC-SA 3.0. Calquera forma de reprodución, distribución, comunicación pública ou transformación desta obra non incluída na licenza Creative Commons BY-NC-SA 3.0 só pode ser realizada coa autorización expresa dos titulares, salvo excepción prevista pola lei. Pode acceder Vde. ao texto completo da licenza nesta ligazón: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/es/legalcode.g>

**Deseño**  
**Unidixital**  
**Servizo de Edición Dixital**  
**da Universidade de Santiago de Compostela**

**Edita**  
**Vicerreitoría de Estudantes,**  
**Cultura e Formación Continua**  
**da Universidade de Santiago de Compostela**  
**Servizo de Publicacións**  
**da Universidade de Santiago de Compostela**

**Imprime**  
**Unidixital**  
**Dep. Legal: C 46 - 2013**  
**ISBN 978-84-9887-967-4**

**ADVERTENCIA LEGAL: reservados todos os dereitos. Queda prohibida a duplicación, total ou parcial desta obra, en calquera forma ou por calquera medio (elec-trónico, mecánico, gravación, fotocopia ou outros) sen consentimento expreso por escrito dos editores.**

**MATERIA: Óptica Oftálmica I**  
**TITULACIÓN: Grao de Óptica e Optometria**  
PROGRAMA XERAL DO CURSO  
Localización da presente unidade didáctica

## **BLOQUE I. TEORÍA**

### **Unidade I. Lentes con simetría de revolución**

Lentes esféricas, características ópticas e mecánicas  
Lentes asféricas  
Compensación de ametropías e efectos secundarios

### **Unidade II. Lentes astigmáticas**

Tipos de superficies  
Notacións astigmáticas e transposicións  
Medida de potencias  
Superficies atóricas  
Características mecánicas

### **Unidade III. Prismas oftálmicos e efectos prismáticos**

Conceptos básicos  
Composición e descomposición de prismas  
Efecto prismático por descentraxe  
Efecto prismático resultante entre os dous ollos  
Espesuras de lentes prismáticas  
Efectividade dun prisma  
Prismas de Fresnel

### **Unidade IV. Aberracións e deseño de lentes**

Aberracións cromáticas  
Aberracións xeométricas  
Deseño académico  
Deseño industrial

### **Unidade V. Lentes multifocais**

Lentes bifocais, tipos e características  
Lentes trifocais  
Lentes progresivas, descrición e comportamento

### **Unidade VI. Lentes especiais**

Lentes de altas potencias  
Anisometropía, problemas e solucións

## **BLOQUE II. PRÁCTICAS**

### **Unidade I. Tipos de lentes**

Orgánicas e minerais  
Esféricas e astigmáticas  
Monofocais e multifocais

### **Unidade II. Descripción do focómetro**

Partes e mandos externos  
Ollando pola ocular

### **Unidade III. Medida de lentes monofocais**

Esféricas  
Astigmáticas  
Prismas e efectos prismáticos

### **Unidade IV. Medida de lentes multifocais**

Lentes bifocais, medidas e adición  
Lentes progresivas, marcas, medidas e adición

## ÍNDICE

---

<b>Presentación</b> .....	7
<b>Os obxectivos</b> .....	8
1. Xerais da materia .....	8
2. Específicos da unidade didáctica .....	8
<b>Os principios metodolóxicos</b> .....	9
<b>Avaliación</b> .....	10
<b>Os contidos básicos</b> .....	11
1. Descrición do focómetro manual .....	11
1.1. Bases ópticas .....	11
1.1.1. Lente descentrada .....	12
1.1.2. Tipos de sistema de observación .....	12
1.2. Focómetro de ocular .....	14
1.2.1. Configuración externa .....	14
1.2.2. Configuración interna .....	16
1.3. Axuste da ocular .....	20
1.3.1. Acomodación .....	22
1.3.2. Hixiene .....	23
2. Medida de lentes monofocais .....	23
Colocación dunha lente solta. ....	23
Colocación duns óculos .....	23
2.1. Lentes esféricas .....	23
2.2. Lentes astigmáticas .....	27
2.2.1. Lectura da prescrición dunha lente montada .....	30
2.2.2. Centrado, orientación e marcado .....	30
2.2.2.1. Partindo da prescrición desexada: <b>A Esf + C Cil</b> $\times \alpha$ .....	30
2.2.2.2. Sen coñecer previamente as potencias da lente .....	33
2.2.3. Erros comúns e casos problemáticos .....	33
2.3. Prescricións prismáticas .....	36
2.3.1. Orientación e marcado de lentes esféricas con prescrición prismática .....	36
2.3.2. Orientación e marcado de lentes astigmáticas con prescrición prismática .....	36
3. Medida de lentes multifocais .....	39
3.1. Lentes bifocais .....	39
3.1.1. Lentes bifocais esféricas .....	40
3.1.2. Lentes bifocais astigmáticas .....	41
Exemplo .....	41
3.2. Lentes progresivas .....	42
Prisma de adelgazamento .....	44
<b>Bibliografía</b> .....	44



## PRESENTACIÓN

---

Esta unidade didáctica corresponde ao estudo do focómetro, instrumento utilizado para a medida das potencias das lentes oftálmicas, que resulta imprescindible no lugar de traballo de calquera profesional relacionado co coidado visual: oftalmólogo, optometrista, óptico, ou técnico de óptica.

Este estudo consta de dúas partes, diferentes mais relacionadas. Por unha banda estúdanse as bases teóricas do instrumento, nas aulas expositivas; e por outra, nas aulas interactivas e xa no obradoiro, apréndese a utilizar o instrumento: véndose as diferentes operacións que se poden realizar con el, en función dos distintos tipos de lentes. O groso do estudo é a parte práctica, que é por outra banda a que máis utilidade ten para os futuros profesionais. Mais non sería un estudo científico sen esclarecer, mesmo brevemente, os principios teóricos nos que se basea.

O estudo teórico non pode ser exhaustivo, pois os alumnos de *Óptica Oftálmica I* non teñen por que ter estudado previamente a *Instrumentación Óptica*, que no actual plano de estudo do *Grao de Óptica e Optometría* se cursa simultaneamente con *Óptica Oftálmica I*. Mais cos coñecementos que xa teñen de *Óptica Xeométrica* pode entender sen demasiadas dificultades o funcionamento básico, a nivel óptico, do instrumento estudado.

Se ben existen focómetros automatizados de distintos tipos, é raro o obradoiro de óptica que non teña un focómetro manual de ocular. Pois este último é, polo momento, o máis robusto e fiable dos focómetros, alén de ser o máis económico, aínda que non o máis sinxelo de utilizar.

Esta maior dificultade de uso é porén unha vantaxe do punto de vista docente, xa que obriga ao usuario a ser máis consciente dos principios ópticos que hai por detrás de cada operación, o cal axuda a assimilar mellor certos conceptos teóricos de grande importancia na óptica oftálmica.

Á dificultade de uso cumpre engadir unha maior dificultade na aprendizaxe debida a non ser posíbel dúas persoas ollaren simultaneamente polo ocular dun mesmo focómetro, de maneira que o que está vendo unha non o ve a outra. Ademais o estado refractivo do observador<sup>1</sup> inflúe no que ve ao ollar pola ocular, de xeito que mesmo ollando secuencialmente polo mesmo ocular, sen que o estado xeral do focómetro varíe, alumno e profesor non teñen por que ver o mesmo. Así un pode ver unha imaxe ben focada entanto o outro a ve desfocada.

Este problema poderíase contornar contando con boas fotografías do que se ve ao ollar pola ocular do focómetro. Mais non sempre é fácil igualar con unha cámara as capacidades do sistema visual humano.

---

<sup>1</sup>Que sexa miope, hipermetope ou amélope, que sendo amélope estexa mellor ou peor corrixido ...

Esta unidade didáctica en vez de boas fotografías<sup>2</sup> incluí unhas boas ilustracións, xeradas por computador<sup>3</sup>, que permiten esclarecer ao alumno sobre o que debe ver, cando está a facer ben as cousas, e cando as está a facer mal.

## **OS OBXECTIVOS**

---

### **1. Xerais da materia**

- Coñecer os fundamentos e características dos distintos tipos de lentes de óculos.
- Atinxir unha boa comprensión do seu deseño.
- Coñecer e manexar, con soltura e precisión, os métodos de medida básicos dos parámetros necesarios para a adaptación correcta dos elementos ópticos compensadores.
- Estar preparado para asimilar facilmente os procesos de adaptación das lentes de óculos.

### **2. Específicos da unidade didáctica**

- Saber como funciona internamente o instrumento, i.e. coñecer as súas partes internas, e relacionalas coas externas, entendendo a relación entre as medidas que se realizan co focómetro e as posicións e movementos das ditas partes internas.
- Identificar cada unha das partes externas do instrumento e saber a súa función.
- Medir as potencias de calquera lente de óculos.
- Medir as orientacións dos eixos dos cilindros das lentes astigmáticas.
- Centrar e orientar calquera tipo de lente de óculos, e marcala axeitadamente para poder proceder a montaxe correcta das lentes nos aros dunha armazón.

---

<sup>2</sup>Temos realizado varias tentativas de obter fotos satisfactorias, sen suceso. E sabemos que noutras Facultades de Óptica e Optometría españolas os resultados son parellos aos nosos. De feito non coñecemos ningún libro sobre a materia, nin ningún material gráfico dos fabricantes, que inclúa fotografías do que se ve ao través do ocular dun focómetro.

<sup>3</sup>Usando o editor gráfico vectorial en código aberto *Inkscape*.

## OS PRINCIPIOS METODOLÓXICOS

---

A parte teórica de esta unidade é moi breve, correspondéndose a subsección 1.1 dos *contidos básicos*, e a dúas seccións do BLOCO I do PROGRAMA XERAL DO CURSO:

- medida de potencias, da Unidade II, e
- efecto prismático por descentraxe, da Unidade III.

Estas dúas seccións impártense dentro dúas aulas expositivas diferentes, ocupando cada unha delas ao redor duns 20 minutos. Para as explicacións úsanse, como para o resto das aulas expositivas, presentacións coas figuras e as fórmulas necesarias e que aparecen nesta unidade. Presentacións que, con antelación as aulas, están a disposición dos alumnos no campus virtual<sup>4</sup>.

O groso desta unidade está dedicado ao uso do focómetro, correspondéndose as Unidades II, III e IV do BLOCO II do PROGRAMA XERAL DO CURSO. As prácticas da materia *Óptica Oftálmica I* serven para esclarecer e consolidar os coñecementos vistos na teoría, mas a súa función principal é de tipo profesionalizante, ou sexa, pretendese que o alumnado ao rematalas poda realizar, con unha certa soltura, calquera tipo de operación das que un profesional realiza con un focómetro.

Para a maior parte dos alumnos atinxir tal obxectivo necesitaríanse algunhas horas máis das 18 que o actual plano de estudo asigna á materia. Estas 18 horas divídense en 9 sesións de 2 horas cada unha.

Na maior parte das sesións o profesor explica no inicio algunha técnica, e logo os alumnos exercítanse na dita técnica, so a supervisión do profesor que vai solventando dúbidas e comprobando que as técnicas sexan correctamente aplicadas. Ademais resulta habitual repasar cousas vistas en sesións anteriores, e mesmo hai algunha sesión onde non se introducen técnicas novas, servindo de repaso do visto anteriormente. Así dito, as sesións poden parecer algo repetitivas, mas tal repetición resulta necesaria para os alumnos chegar a atinxir unha certa soltura no manexo do focómetro.

---

<sup>4</sup>Para facilitar a súa impresión sen gasto excesivo de papel, agrúpanse 4 diapositivos por páxina.

## **AVALIACIÓN**

---

A avaliación das prácticas de Óptica Oftálmica I faise mediante un par de probas.

- Un exame final, onde cada alumno recibe varias lentes de distintos tipos, debendo medilas no focómetro para obter as súas características ópticas: potencias, orientacións... Ademais debe centrar unha lente monofocal astigmática con unha orientación determinada.
- Unha proba previa, algunhas sesións antes do exame final. Esta proba é similar ao exame final, se ben un pouco menos completa, pois aínda non se viu todo o programa. Con ela pretendese que o alumno experimente como vai ser o exame final e comprobe os seus coñecementos e habelencias, para así poder corrixir as súas deficiencias.

A cualificación de prácticas calculase en función da nota do exame final, con un peso do 70%, e a nota da proba previa, con un peso do 30%.

### 1. Descrición do focómetro manual

#### 1.1. Bases ópticas

O focómetro é un instrumento deseñado para medir as potencias de vértice dunha lente. Basicamente e como se mostra na figura 1, consta dunha lente colimadora, un test, e un telescopio de observación con un retículo situado no plano focal imaxe da lente obxectiva. Se o test estiver situado no plano focal obxecto da lente colimadora, os raios procedentes del saíran paralelos da dita lente colimadora, formando unha imaxe real no plano focal imaxe da lente obxectiva do telescopio, imaxe que se xustapora ao retículo que hai nese plano. Esta xustaposición serve de obxecto a lente ocular do telescopio, e como nun telescopio afocal o plano imaxe da lente obxectiva coincide co plano obxecto da lente ocular, os raios saíran paralelos do instrumento. De maneira que, se un ollo emétrope sen acomodar enxerga pola ocular, na súa retina formaranse xustapostas a imaxe do test e a do retículo.

Para realizar a medida, a lente problema colócase sobre o repousalentes, de xeito que o seu vértice cadrará co foco imaxe da lente colimadora. Se a lente problema non ten potencia nula modificará a verxencia da luz procedente do test, e neste caso non se formará a imaxe do test na retina do ollo do observador, pois os raios procedentes dun punto do test non saíran paralelos da ocular do telescopio. Para conseguir ver nitidamente o test, T, cumpre desprazalo até a súa imaxe, T', formada pola lente colimadora, ficar situada no foco obxecto da lente problema, de maneira que os raios procedentes do test saíran paralelos da lente problema, e posteriormente da ocular do telescopio, tal como se mostra na figura 2.

Aplicando a ecuación de Newton á lente colimadora, tense:

$$z \cdot z' = -f_c'^2$$

sendo  $z$  e  $z'$  respectivamente as distancias obxecto e imaxe, medidas desde os planos focais correspondentes, e  $f_c'$  a distancia focal imaxe da lente colimadora. Agora ben, como se pode ver na figura 2,

- $z$  é tamén o desprazamento do test a respecto do plano focal obxecto da lente colimadora, e
- $z'$  é tamén a distancia focal de vértice da lente problema,  $f_{vp}$ , de maneira que:

$$f_{vp} = -\frac{f_c'^2}{z}$$

Finalmente considerando as inversas das distancias focais, i.e. as potencias, obtemos:

$$F_{vp} = z \cdot F_c^2 .$$

Portanto a potencia de vértice da lente problema é proporcional ao desprazamento do test,  $z$ , e medindo este pódese calcular facilmente a dita potencia.

### 1.1.1. Lente descentrada

Se o centro óptico da lente problema coincidir co eixo óptico do instrumento, tal e como aparece na figura 2, a imaxe do test que se forma no retículo estará centrada, i.e. o centro da imaxe cadrará sobre o centro do retículo. Mais se a lente problema non está centrada, tal e como se mostra na figura 3, vai aparecer un efecto prismático que dá lugar a que o centro da imaxe do test non se forme no centro do retículo.

Dado que para realizar a medida da potencia a imaxe do test formada pola lente colimadora,  $T'$ , fica no plano focal obxecto da lente problema, o feixe que sae da lente problema é planoparalelo e forma un ángulo co eixo óptico:

$$\varepsilon^o = \arctan \frac{d}{f_p}$$

onde  $d$  é a descentraxe, i.e. a distancia entre o centro da lente problema e o eixo óptico do instrumento. Medindo o ángulo en dioptrías prismáticas tense:

$$\varepsilon^\Delta = 100 \tan \varepsilon^o = 100 \cdot \frac{d}{f_p} = 100 \cdot d \cdot F_p ,$$

por outro lado este ángulo dá lugar a un desprazamento do centro do test no plano do retículo igual a:

$$x = f'_o \cdot \tan \varepsilon^o = \frac{f'_o \cdot \varepsilon^\Delta}{100} ,$$

sendo  $f'_o$  a distancia focal imaxe da obxectiva do telescopio de observación. Vese entón que o efecto prismático e o desprazamento da imaxe do test no retículo son proporcionais, e medindo o desprazamento no retículo,  $x$ , pódese obter facilmente o efecto prismático medido en dioptrías prismáticas<sup>5</sup>,  $\varepsilon^\Delta$ .

### 1.1.2. Tipos de sistema de observación

En función do sistema de observación existen dous tipos de focómetros manuais. Cando o sistema é un telescopio, como o descrito anteriormente,

---

<sup>5</sup>Esta é unha das razóns fundamentais polas que se usa a dioptría prismática como unidade de medida do efecto prismático.

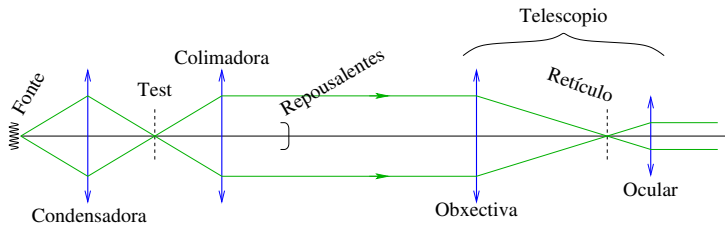


Figura 1: Princípio do focómetro de ocular

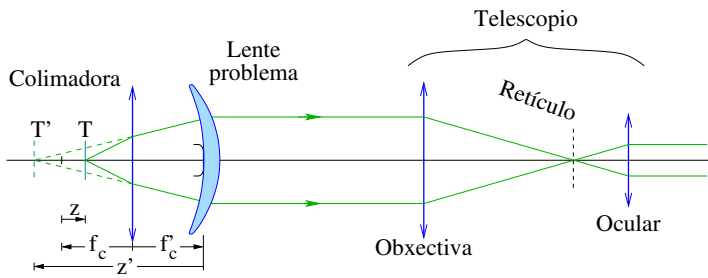


Figura 2: Diagrama de raios dun focómetro c' nha lente problema

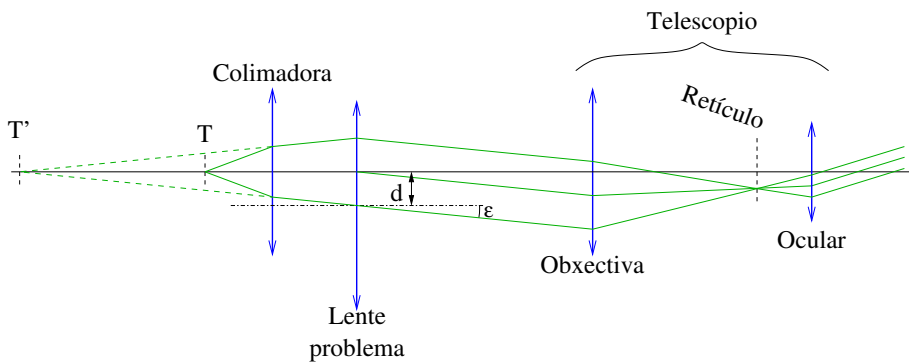


Figura 3: Diagrama de raios para unha lente problema descentrada.

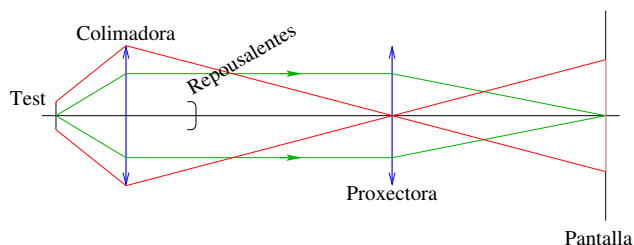


Figura 4: Esquema dun focómetro de proxección

dise focómetro de ocular. Mais tamén é posíbel utilizar un sistema de proxección para observar o test, tal e como se mostra na figura 4. Os focómetros de proxección son máis cómodos e fáciles de utilizar que os focómetros de ocular, mas tamén son máis caros e un pouco menos precisos.

Nesta unidade didáctica preséntase apenas o modo de utilización do focómetro de ocular. Se ben a maior parte do aquí dito é válido tamén para os focómetros de proxección.

## 1.2. Focómetro de ocular

No mercado existen distintos modelos de focómetros de ocular, cada un coas súas características propias, mais en xeral bastante parecidos entre si. Neste documento vaise describir un en particular, o Magnon LM-350<sup>6</sup>, moi usado no noso país. Evidentemente outros aparellos, outros modelos e outras marcas, terán características un tanto diferentes, mais usualmente pouco diferentes.

### 1.2.1. Configuración externa

Na figura 5 pode verse unha fotografía do exterior do aparello, distinguíndose nela as partes que se relacionan a seguir.

1. A ocular, que pode ser axustada ao ollo do observador, rotándoa.
2. O mando das potencias, un par de rodas laterais que ao rodar desprazan o test en relación a lente colimadora.
3. O mando dos ángulos, unha roda na parte central posterior do aparello, e que permite xirar o test, para traballar con lentes astigmáticas.
4. O repousa-lentes, onde se sitúa a lente problema para as medidas.

<sup>6</sup>Os focómetros Magnon son comercializados mundialmente pola empresa *H.Ogino & Co., Ltd*, sendo fabricado por empresas como *Nidek Co., Ltd* ou *Takagi Seiko Co., Ltd*. No Reino de España o focómetro Magnon LM-350 foi comercializado por diversas empresas, que nalgúns casos apúñanlle os seus propios logos. A día de hoxe, o modelo LM-350 xa non se fabrica, sendo substituído por o modelo LM-390, con unha óptica similar, mas con unha iluminación mas eficiente a base de leds.



Figura 5: Fotografia do Magnon LM-350

5. O suxeita-lentes, que permite loxicamente manter a lente ben suxeita durante as medidas.
6. Unha plataforma onde se apoian os óculos, e facultativamente as lentes soltas.
7. A alavanca que permite mover a plataforma anterior.
8. Marcadores, que permiten marcar 3 puntos na superficie da lente. Usualmente eses 3 puntos definen a liña horizontal, sendo o punto central o centro óptico da lente.
9. Alavanca para escoller o filtro, verde ou vermello, usado para minimizar a aberración cromática.
10. Alavanca para fixar ou liberar o corpo do focómetro en relación ao pé, permitindo que o operador coloque o aparello nunha posición cómoda para el.
11. O interruptor.

### 1.2.2. Configuración interna

Na figura 6 representase un esquema detallado do interior do instrumento. Nel pódense recoñecer claramente os elementos dos que falamos anteriormente.

- Primeiramente, no inferior da figura, está a lámpada de iluminación (1), seguida dun filtro basculante (2), que pode ser verde ou vermello e serve para minimizar a aberración cromática<sup>7</sup>. Detrás da lámpada sitúase unha placa metálica reflectora que axuda na función de iluminación do test.
- A continuación ven unha escala graduada circular (3), que rota ao redor do eixo óptico e cuxa misión é a de facer xirar o test sobre o mesmo eixo, de tal forma que se poda orientar nos diferentes meridianos dunha lente problema astigmática.
- Segue un cilindro metálico (4), que ten na base anterior un filtro difusor e na posterior o test, vexase a figura 7. O test consiste nunha lámina espellada, sendo a superficie reflectante a anterior, con unha figura transparente na zona central, en forma de cruz e con un círculo de puntos, tal e como se ve na figura 8. O cilindro desprazase, por un sistema de cremalleira, ao rotar o mando das potencias.
- Logo ven o sistema colimador (5), que consta de dous pares acromáticos.
- Despois fica o repousa-lentes (6), sobre o que se debe situar a lente problema. Está situado no foco imaxe da lente colimadora, e o ten unha abertura de 7 mm.

---

<sup>7</sup>Hoxe en día resulta cada vez máis usual substituír o conxunto formado pola lámpada incandescente e o filtro por unha lámpada led, que emite nunha única cor, usualmente verde, facendo desnecesario o filtro e con un consumo eléctrico moi inferior. O que permite fabricar focómetros alimentados por unha batería, e portanto que non precisan estar ligados constantemente á rede eléctrica.

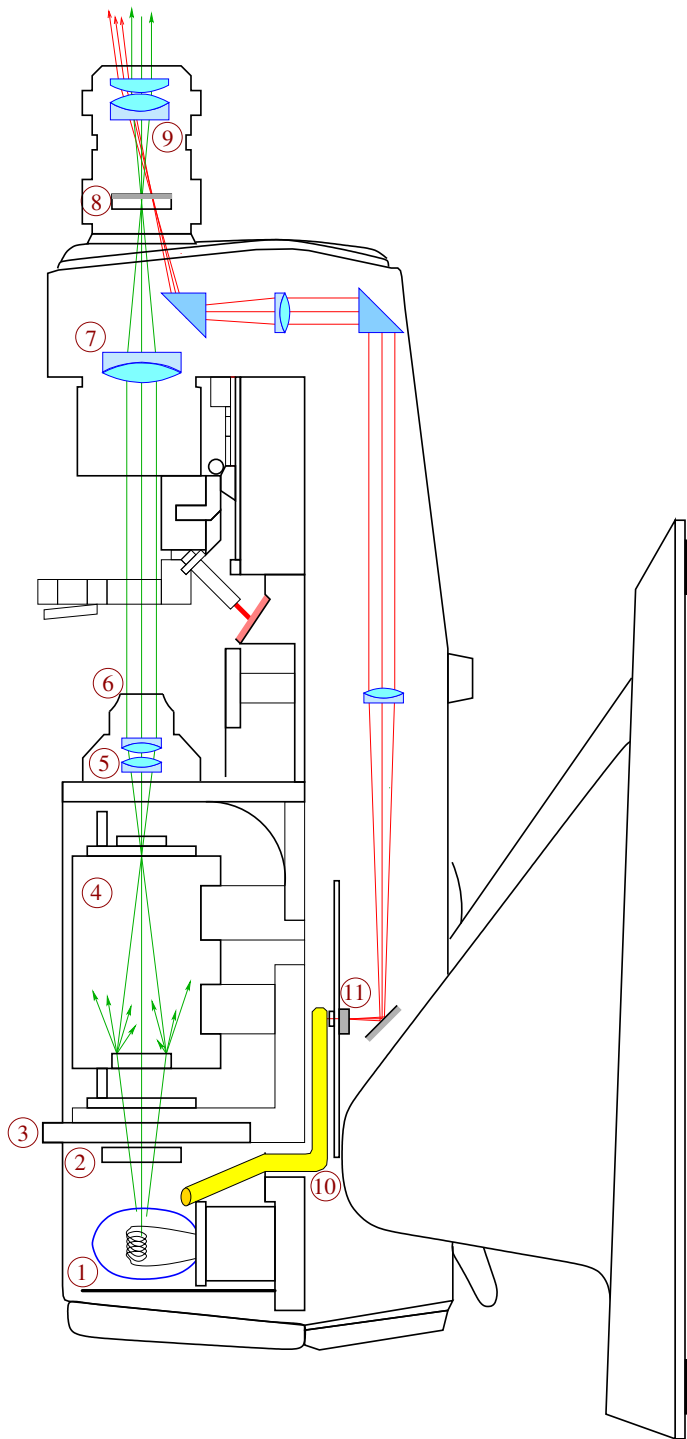


Figura 6: Esquema do focímetro Magnon LM-350, adaptado de (Boj, 1993).

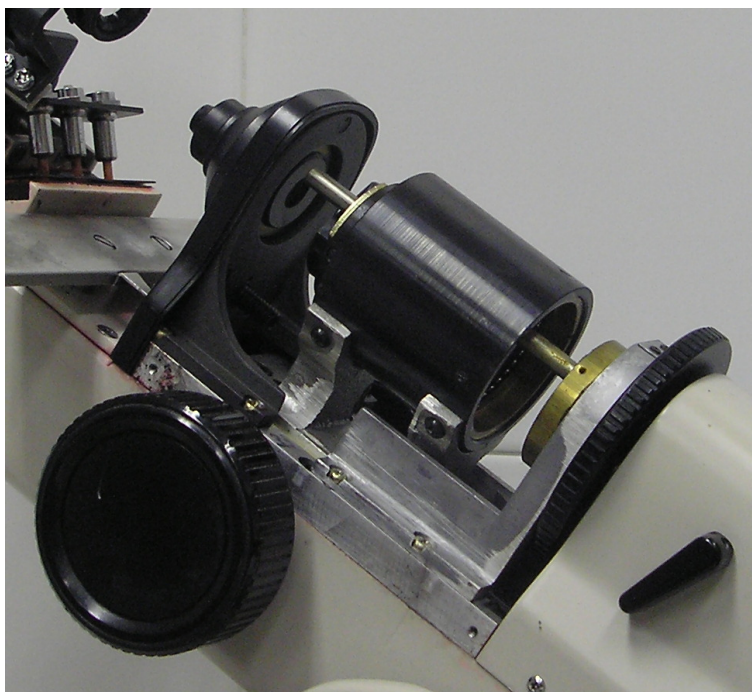


Figura 7: Cilindro no que vai inserido o test

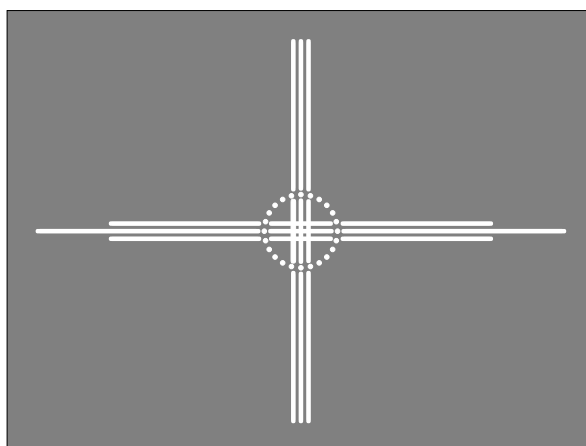


Figura 8: Test en forma de cruz

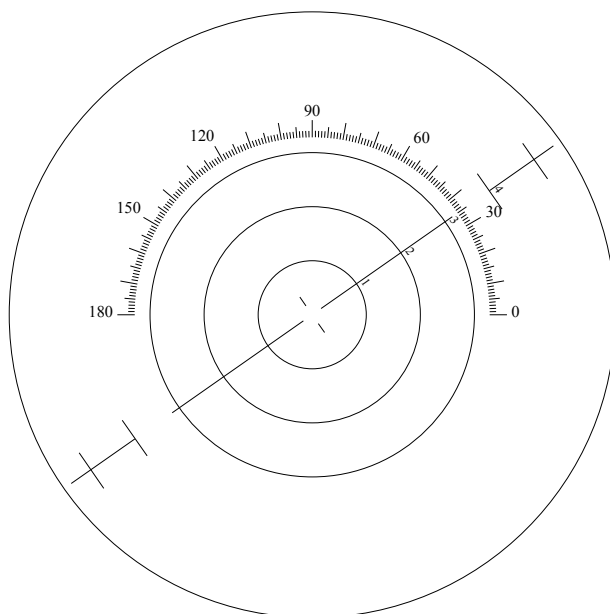


Figura 9: Retículo do Magnon LM350

- Finalmente ven o telescopio de observación, que consta:
  - dunha obxectiva formada por un par acromático (7),
  - no plano focal imaxe do cal se sitúa o retículo (8), con unha parte fixa e unha móbil, véxase a figura 9. A parte fixa consta dun semicírculo graduado segundo o sistema TABO, e de tres círculos concéntricos que serven para medir potencias prismáticas:  $1^\Delta$ ,  $2^\Delta$  e  $3^\Delta$ . A parte móbil é unha recta, chamada liña de fe, que rota ao redor do centro do retículo permitindo sinalar a orientación do test na escala graduada, e ademais permite a medida de  $2^\Delta$  máis. Para rotar a liña de fe usase a rosca (B) da figura 10.
  - E xa para rematar tense a lente ocular (9), formada por un triplete acromático, que se pode desprazar a respecto da obxectiva.

Todas as compoñentes do sistema levan revestimentos antirreflexo para aproveitar ao máximo a luz que emite a fonte. Por baixo deste sistema, hai outro diferente que proporciona a lectura en dioptrías:

- mediante unha fibra óptica de 5 mm de diámetro (10), trasládase a luz que parte da fonte a
- unha escala graduada en dioptrías (11), cuxo movemento é paralelo ao do test;
- e utilizando dous prismas rectos, dous pares de lentes e un espello, fórmase unha imaxe desta escala na zona inferior esquerda do retículo, tal como se mostra na figura 6.

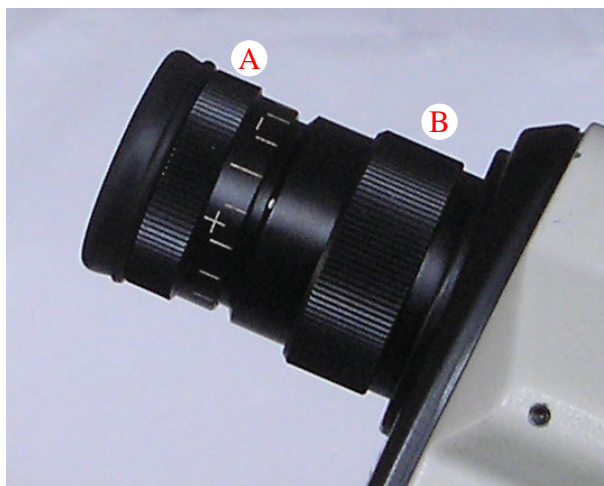


Figura 10: Ocular dun focómetro: (A) rosca para axustar a ocular, (B) rosca para rotar a liña de fe

Así o observador terá simultaneamente unha visión nítida do test e unha lectura interna da potencia de vértice da lente problema.

A luminosidade do instrumento depende da potencia da fonte de iluminación, e dos diámetros das lentes da obxectiva do telescopio de observación, xa que o observador sitúa a súa pupila de entrada na pupila de saída do sistema. No modelo Magnon LM-350 a iluminación na pupila de saída é aproximadamente 2 lux, nivel suficiente para efectuar as medidas con comodidade sen ofuscar o ollo.

### 1.3. Axuste da ocular

A lente ocular do telescopio de observación pode moverse achegándose ou afastándose do plano que contén o retículo, mediante un movemento de rotación que se reflicte nunha escala exterior —rosca (A) e escala anexa da figura 10—. Isto permite axustar o telescopio para ollos con ametropías esféricas, i.e. miopía e hipermetropía puras. Para o ollo emétrepe a situación ideal vese na figura 11a, i.e. a ocular situada á súa distancia focal do plano do retículo, onde ademais se forma a imaxe do test pola lente obxectiva, de maneira que as fronte de onda procedentes tanto retículo como do test saíran planas da ocular, e o ollo sen acomodar verá nitidamente a imaxes superpostas dos ditos test e do retículo. Un observador miope ten que achegar a lente ocular ao retículo, como se ve na figura 11b, de maneira que as fronte de onda procedentes do retículo e da imaxe do test saian da ocular con unha certa diverxencia, como se procederan do punto remoto do ollo, e portanto tras pasar pola córnea e o cristalino converxan na retina. Por último un observador hipermétrepe ten que afastar a lente ocular do retículo, véxase a figura 11c,

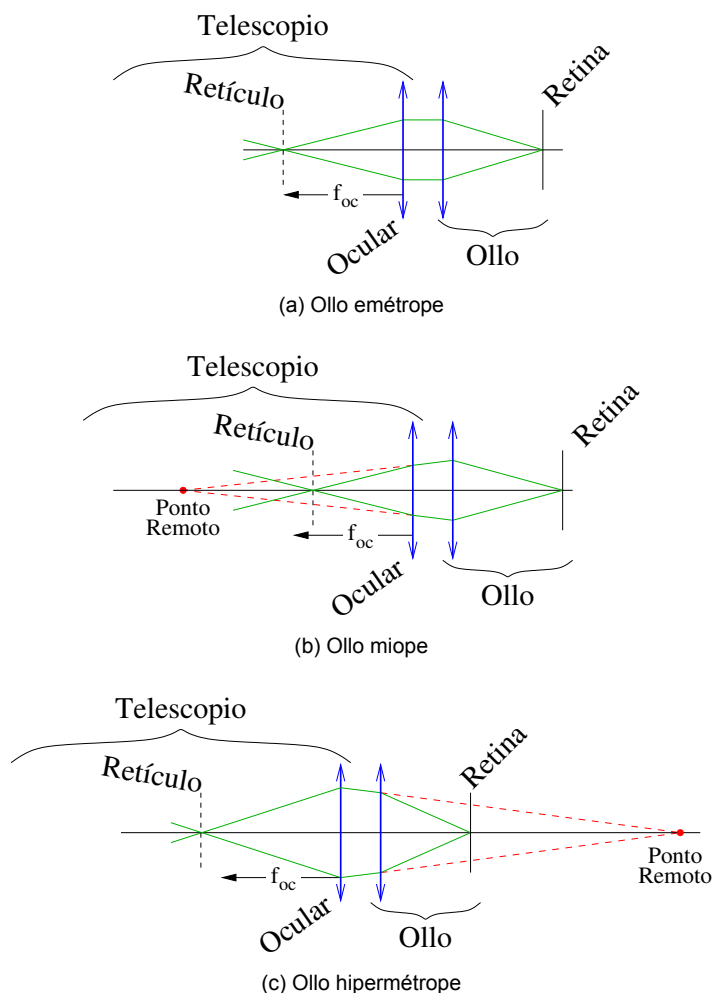


Figura 11: Axuste da ocular

de maneira que as fronte de onda procedentes do retículo e da imaxe do test saian da ocular converxendo ao punto remoto do olo, que se acha tras a retina, permitindo que córnea e cristalino poidan formar as imaxes correspondentes na retina.

Portanto, para poder obter medidas correctas é imprescindible axustar a ocular do telescopio de observación para o olo que vai realizar as medidas. Operación que debe realizar cada observador antes de comezar a medir. O axuste da ocular faise sen lente, antes de acender o aparello, procurando a posición da ocular máis afastada da obxectiva, i.e. cara a zona máis positiva da escala da ocular, onde se vexa nitidamente o retículo.

En calquera momento pódese comprobar se o focómetro está ben axustado, focando o test sen colocar ningunha lente. Neste caso deberíase ver a imaxe do test centrada no retículo, ambos con nitidez, e a escala de

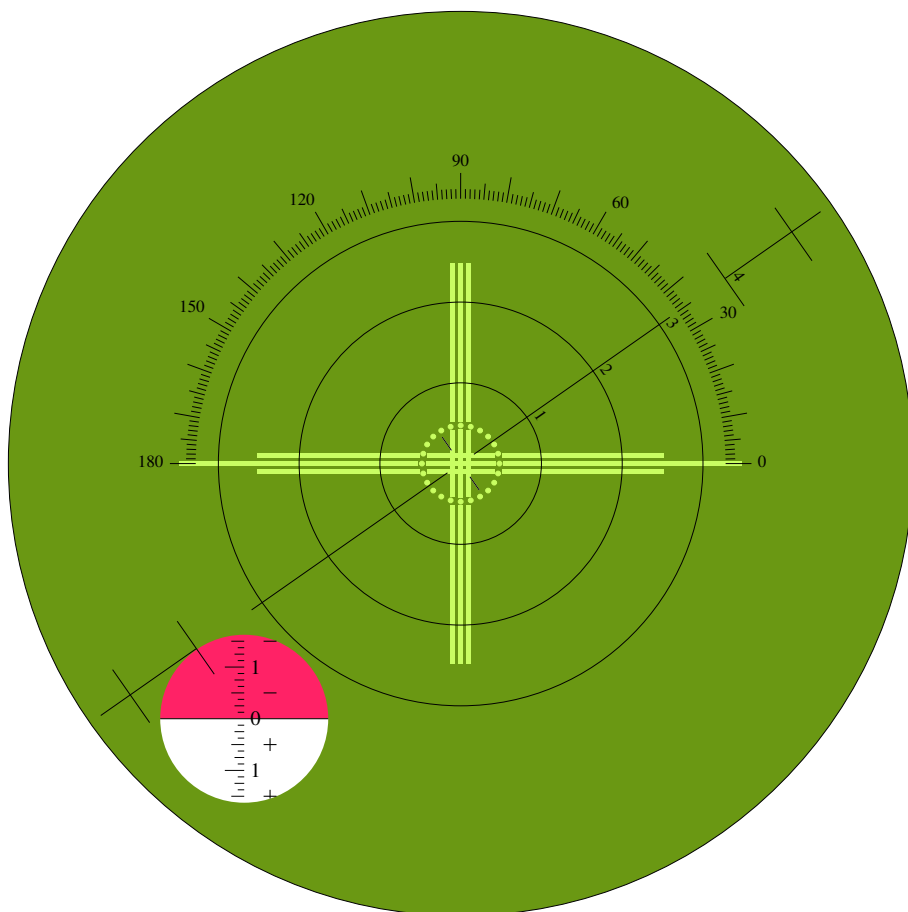


Figura 12: Campo que se observa nun focómetro sen lente, con o retículo e o test focados

potencias a cero, tal e como se mostra na figura 12. Se isto non se verificar debe axustarse a ocular.

### 1.3.1. Acomodación

A exactitude das medidas obtidas con un focómetro manual dependen do estado acomodativo do ollo que realiza as medidas, debéndose procurar que o ollo estexa sen acomodar. Para conseguir isto úsanse varias estratexias:

1. Movements rápidos. Realizar en primeiro lugar un grande desfoque, para posteriormente focar rapidamente cando se atope preto da focaxe exacta do retículo, sen tentar optimizar a visión rotando para atrás e para adiante a ocular.

2. Movimentos lentos. Partindo da posición da escala externa máis positiva ir rotando con moito vagar a ocular até achar un punto no que se vexa nitidamente o retículo.
3. Efectuar as medidas cos dous ollos abertos asegura un estado acomodativo constante.

### 1.3.2. Hixiene

Cando un focómetro é utilizado corriqueiramente por varias persoas, pode converterse nun vector de transmisión de axentes patóxicos oculares. Para evitar isto é conveniente cada usuario limpar a ocular con un líquido desinfectante, antes de comezar unha sesión de traballo. O alcohol é unha boa escolla, pois é barato, desinfecta eficientemente, e fornece unha boa limpeza da superficie externa da ocular.

## 2. Medida de lentes monofocais

Como se viu na sección anterior o primeiro que se debe facer, antes de comezar a sesión de traballo co focómetro, é axustar e limpar a ocular.

### Colocación dunha lente solta.

Se a medida que se se quere realizar é de vértice posterior, caso máis habitual, debe situarse a lente apoiando a superficie posterior, a cóncava, no repousa-lentes, e suxeitándoa pola superficie convexa co suxeita-lentes, tal e como se ilustra na figura 13. Se as medidas fosen de vértice anterior apoiárase a superficie anterior, a convexa, no repousa-lentes, de maneira que o suxeita-lentes apoiaría na superficie posterior.

### Colocación duns óculos

Se estamos a medir as potencias duns óculos, i.e. lentes montadas nunha armazón, a parte superior da fronte debe apoiarse na plataforma, cos dous aros tocando a dita plataforma. Se as medidas a realizar son de vértice posterior, caso máis habitual, as hastes ou varíñas dos óculos apuntarán para a parte posterior do focómetro, tal e como se ve na figura 14.

### 2.1. Lentes esféricas

Se inicialmente a escala das potencias está a cero, ao colocar unha lente non nula no focómetro o test verase desfocado, mesmo é posíbel que non se identifique en absoluto. Mais movendo o mando das potencias, 2 na figura

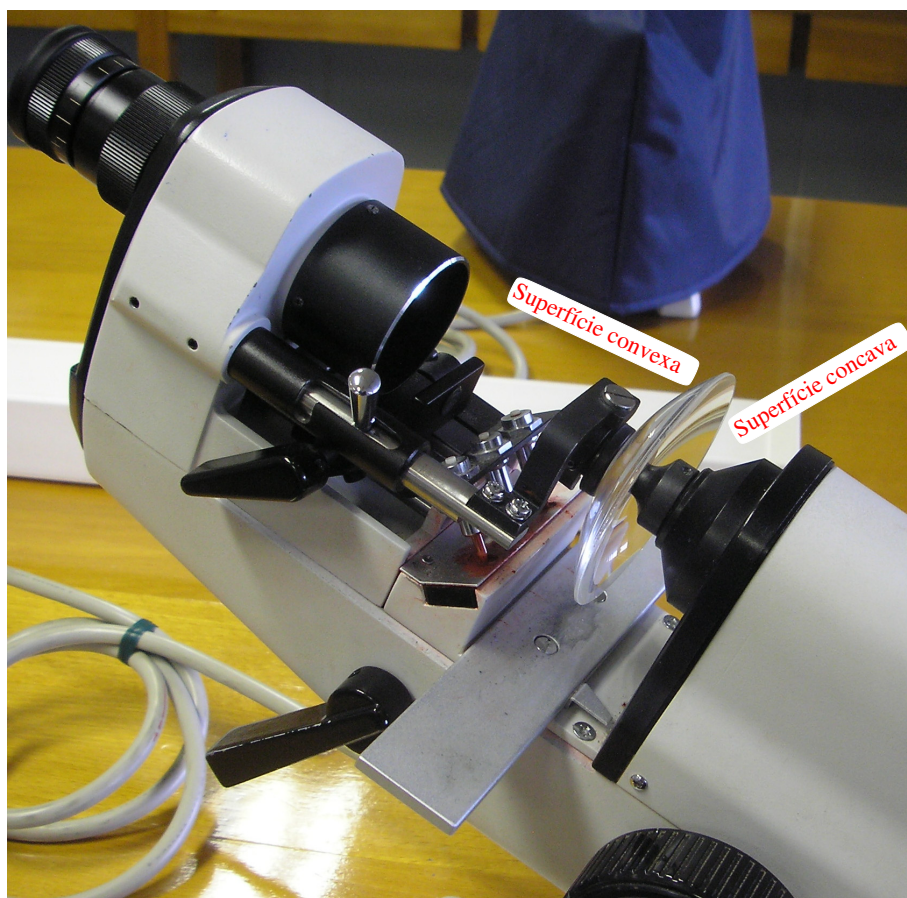


Figura 13: Lente solta colocada para medir a súa potencia de vértice posterior

5, rapidamente se volve a ver o test perfectamente definido. Loxicamente a escala interna xa non estará a cero, senón que marcará un valor, que é xustamente a potencia da lente medida. Se a liña central da escala non coincide exactamente con un valor da escala, escollese loxicamente o valor máis próximo a dita liña. Cando a liña está xusto entre dous valores, escollese a menor potencia en valor absoluto, tal e como se ilustra na figura 15.

Neste momento o test estará usualmente descentrado, i.e. o centro do test non coincide co centro do retículo, tal e como se ve na figura 16. Se agora movemos a lente, entanto ollamos pola ocular, veremos que o test se despraza polo campo, non sendo difícil centralo a respecto do retículo.

Cando o centro do test coincide co centro do retículo, o centro óptico da lente achase no centro da abertura do repousa-lentes. É posíbel entón marcar o dito centro mediante os marcadores do focómetro, (8) na figura 5, tal e como se ilustra na figura 17. Os tres puntos que pintan os marcadores definen a liña horizontal do focómetro, e o punto central correspondese con o

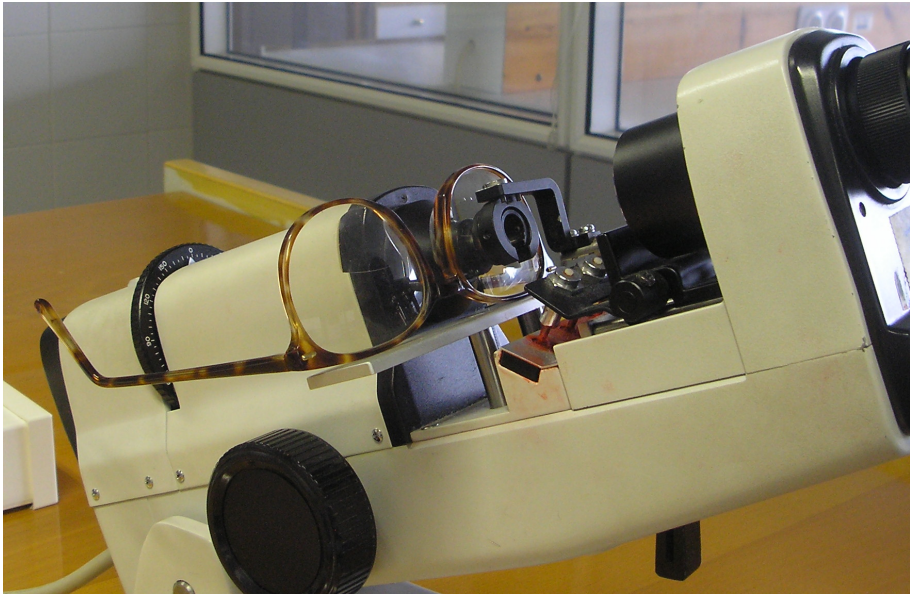


Figura 14: Óculos situados para medir a potencia de vértice posterior da lente direita. Nótese que ambos aros apoian na plataforma

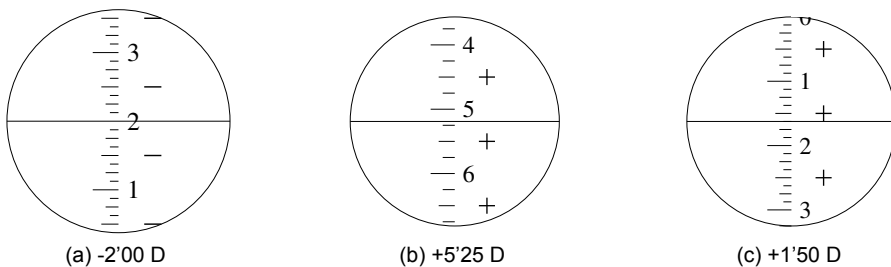


Figura 15: Escala interna de medida em dioptrias

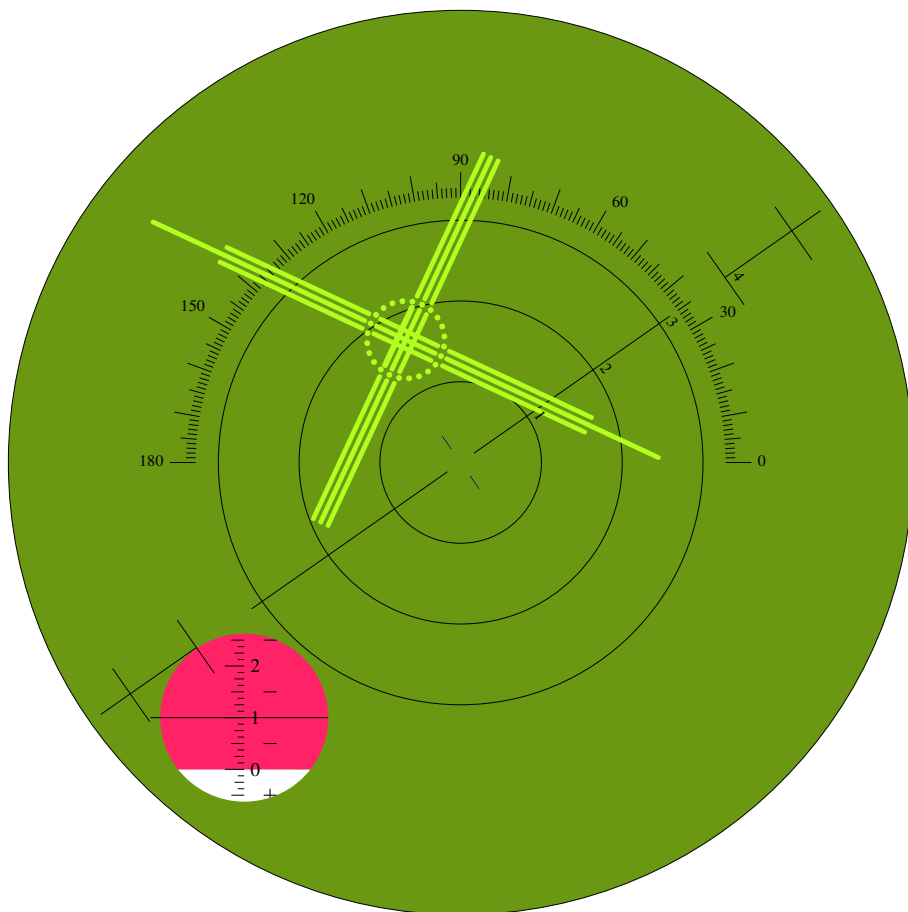


Figura 16: Campo que se observa en un focómetro con unha lente esférica descentrada, -1'00 Esf

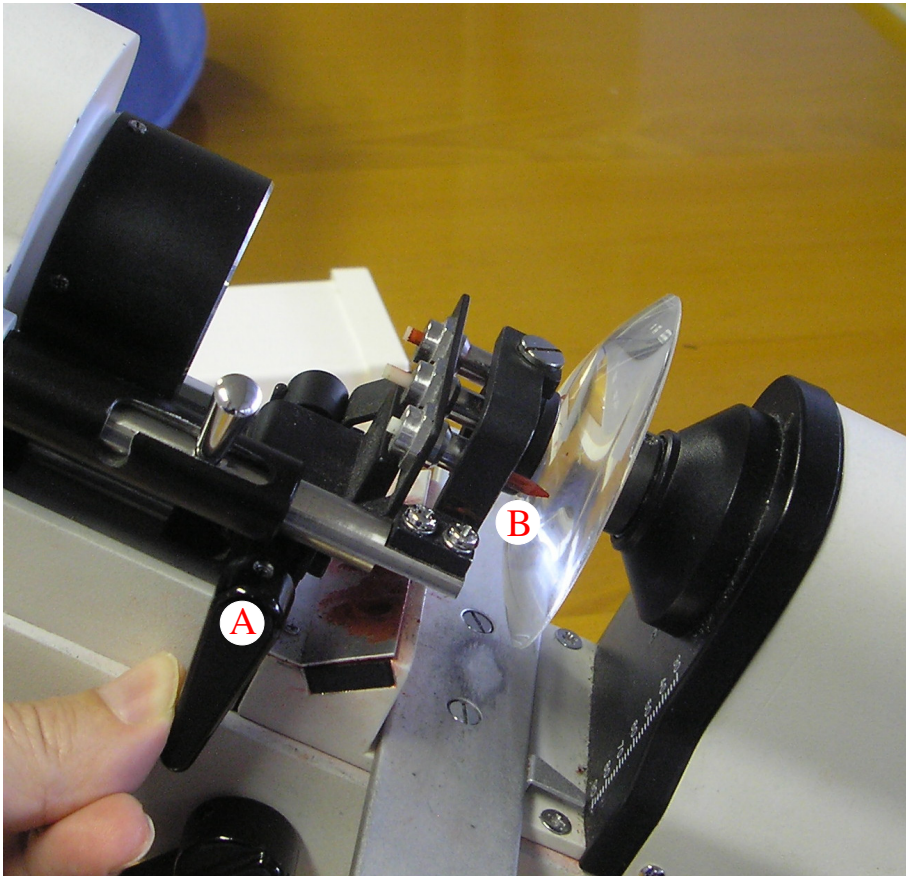


Figura 17: Marcado dunha lente. Accionando a alavanca, A , lévanse os 3 marcadores, B, contra a lente

centro da abertura do repousa-lentes. Se a lente está centrada, este punto é o centro óptico da lente.

## 2.2. Lentes astigmáticas

As lentes astigmáticas caracterízanse por teren dúas seccións principais con distinta potencia, formando entre si un ángulo de 90. Como consecuencia estas lentes non dan lugar a unha imaxe puntual dun punto obxecto, como as lentes esféricas, senón a un conoide de Sturm con un par de imaxes lineares perpendiculares, en planos diferentes, e un círculo de confusión mínima entre elas, tal e como se ve na figura 18.

Que se pode esperar cando o obxecto é unha cruz con un círculo de puntos?, como o test da figura 8. De cada punto do círculo central vanse formar dúas imaxes lineares, en distintos planos, logo en cada un deses dous

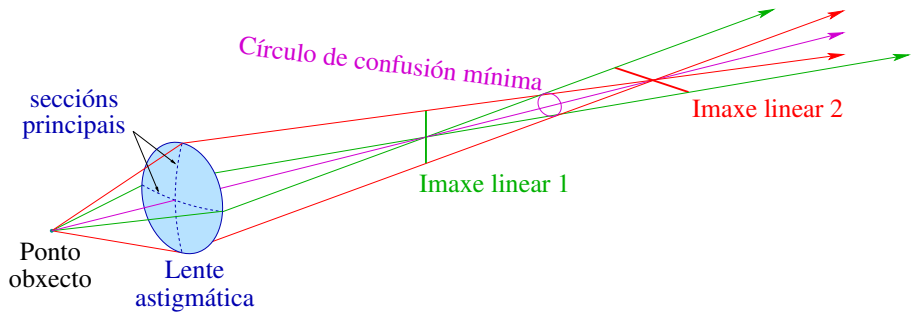


Figura 18: Unha lente astigmática iluminada dá lugar, a partir dun obxecto puntual, a un conoide de Sturm

planos teremos un círculo de segmentos iluminados. Por outra banda, se os brazos da cruz fican paralelos ás seccións principais en cada un dos planos imaxe teremos ben definida a imaxe dun dos brazos, tal e como se ilustra na figura 19. Cando a cruz non fica paralela ás seccións principais da lente, se ben nos planos imaxe séguese a ter un círculo de segmentos, os brazos veranse desfocados, máis ou menos en función da compoñente cilíndrica e do ángulo que formen os brazos coas seccións principais, tal e como se ilustra na figura 20.

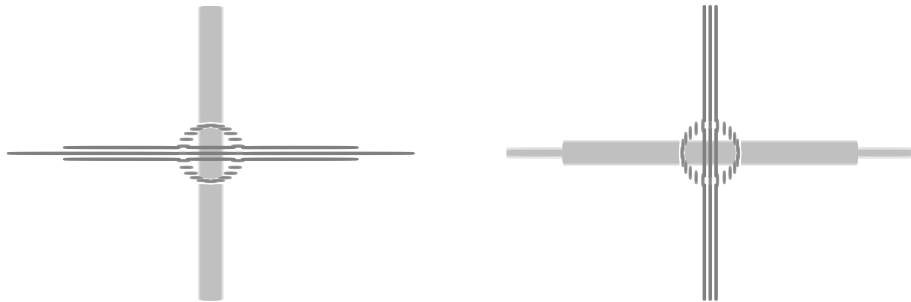
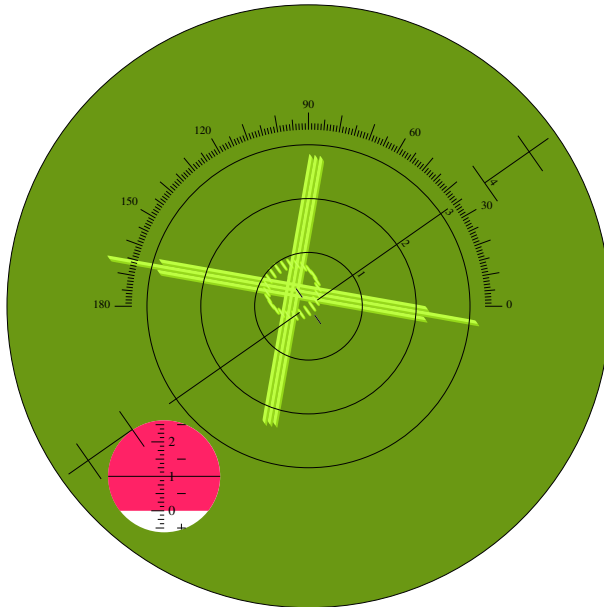
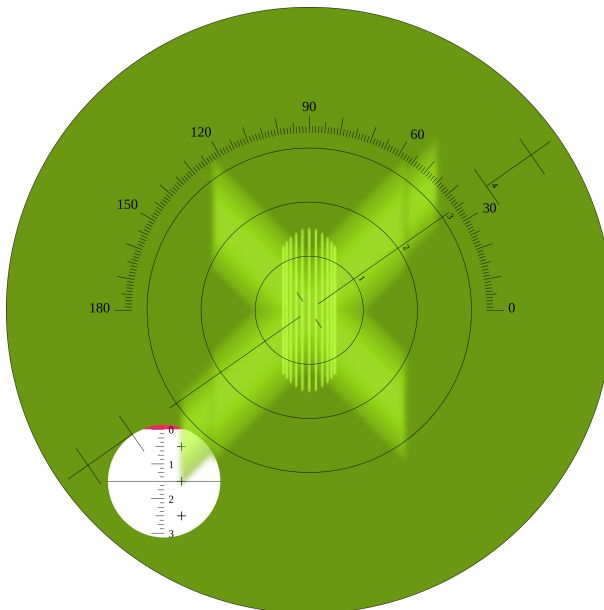


Figura 19: Imaxes do test formadas, en dous planos diferentes, por unha lente astigmática



(a) Lente con unha compoñente cilíndrica pequena



(b) Lente con unha compoñente cilíndrica grande

Figura 20: Segmentos do círculo central definidos. O campo correspondese a un dos planos imaxe da lente astigmática, mas a cruz do test non está paralela ás seccións principais da lente, razón pola cal os brazos da cruz non están ben definidos

### 2.2.1. Lectura da prescrición dunha lente montada

1. Situar os óculos no focómetro de maneira que:
  - (a) A superficie posterior dunha das lentes fiquen apoiada no repousalentes.
  - (b) Os dous aros da fronte apoiem na plataforma. Vexase a figura 14.
2. Rotar o mando das potencias até atopar unha posición na que se vexan ben definidos os segmentos do círculo central, correspondente a un dos planos imaxe. Vexase a figura 20.
3. Rotar o mando dos ángulos até que a cruz do test fiquen paralela as seccións principais da lente, i.e. ir rotando o test até que un dos brazos fiquen paralelo aos segmentos do círculo central, e se vexa ben definido.
4. Rotar a liña de fe, coa rosca (B) da figura 10, até ficar paralela ao brazo definido.
5. Centrar o brazo definido, movendo os óculos horizontal e verticalmente até colocar a liña central do brazo sobre a liña de fe. Vexase a figura 21a.
6. Rotar o mando das potencias até definir o outro brazo do test.
7. Rotar a liña de fe  $90^\circ$ , e centrar o brazo. Vexase a figura 21b.
8. Apuntar a potencia do brazo curto, A, e do brazo longo, B, e o ángulo que forma o brazo longo,  $\alpha$ . A compoñente cilíndrica é:  $C = B - A$ .
9. A prescrición será: **A Esf + C Cil x  $\alpha$** .

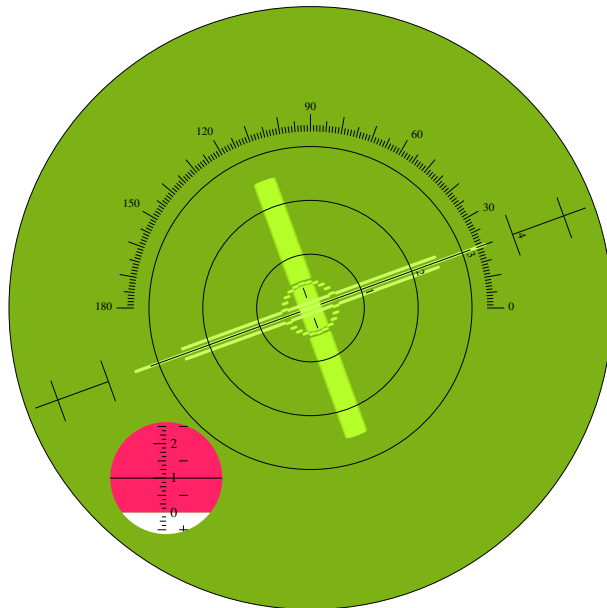
Na figura 22 pódese ver os campos que se observan ao medir as potencias doutra lente astigmática, esta con unha compoñente cilíndrica maior que a figura 21.

### 2.2.2. Centrado, orientación e marcado

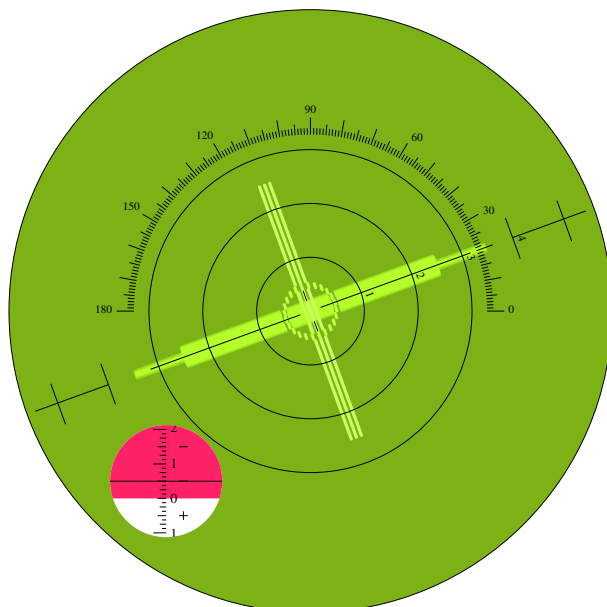
#### 2.2.2.1. Partindo da prescrición desexada: **A Esf + C Cil x $\alpha$**

(A e C poden ter tanto signo + como -)

1. Somar a compoñente esférica e a cilíndrica,  $B = A + C$ .
2. Rotar o mando dos ángulos até ver o brazo **longo** do test no ángulo indicado para a compoñente cilíndrica ( $\alpha$ ).
3. Rotar o mando das potencias até na escala ter a posición correspondente a B.
4. Colocar a lente no focómetro e rotala até ver ben definido o brazo longo. É posíbel que primeiro apareza ben definido o brazo curto, mas non debemos ficarmos por aquí, senón seguir a rotar o mando dos ángulos até vermos ben definido o brazo longo. Comprobar que as puntas están perfectamente aliñadas e que os segmentos do círculo central son paralelas ao brazo.
5. Rotar a liña de fe até que marque o ángulo  $\alpha$ . Mover a lente até colocar a liña central do brazo longo sobre a liña de fe.

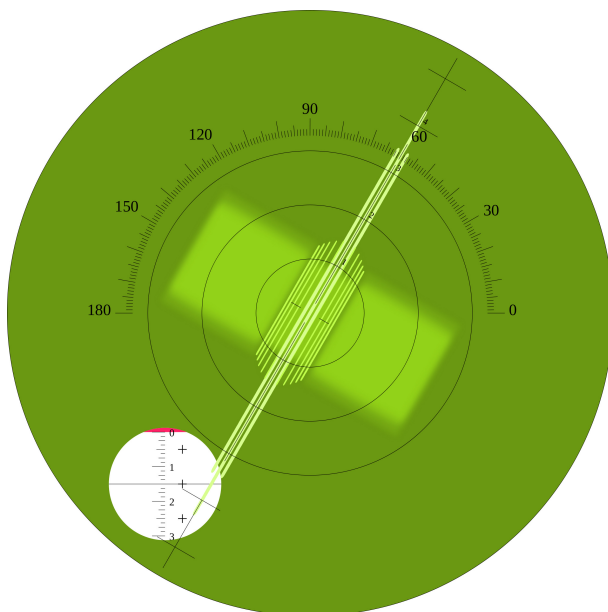


(a) Brazo longo ben definido

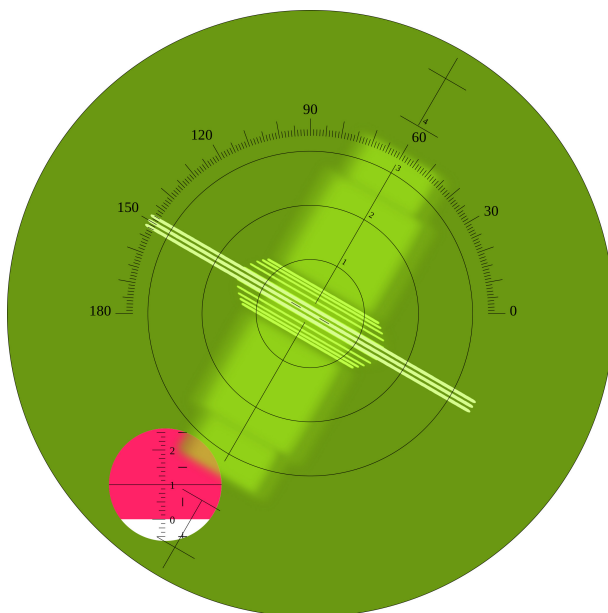


(b) Brazo curto ben definido

Figura 21: Campos correspondentes a unha lente astigmática ben centrada de potencias:  $-0'50$  Esf  $-0'50$  Cil x 20



(a) Brazo longo ben definido



(b) Brazo curto ben definido

Figura 22: Campos correspondentes a unha lente astigmática ben centrada de potencias  $-1'00$  Esf  $+2'50$  Cil x  $60$

6. Rotar o mando das potencias para focar o brazo curto, rotar a liña de fe  $90^\circ$  e mover a lente até colocar a liña central do brazo curto sobre a liña de fe.
7. Repetir os pasos 5 e 6 as veces precisas para deixar a lente perfectamente centrada e orientada. Comprobar que os brazos están ben definidos, i.e. que as puntas e os segmentos fican paralelos ao brazo.
8. Marcar.

#### 2.2.2.2. *Sen coñecer previamente as potencias da lente*

*Fórmula de cilindro **positivo**, co eixo ao ángulo  $\alpha$*

1. Rotar o mando dos ángulos até ver o brazo longo do test no ángulo indicado para a compoñente cilíndrica ( $\alpha$ ).
2. Colocar a lente no focómetro. Rotar o mando das potencias até atopar as dúas potencias principais, i.e. as dúas posicións nas que observan ben definidos os segmentos do círculo central.
3. Escoller a potencia principal **máis positiva** (ou menos negativa), e rotar o test (co mando dos ángulos) até ver perfectamente definido o brazo longo.
4. Rotar a liña de fe até que marque o ángulo  $\alpha$ . Mover a lente até colocar a liña central do brazo longo sobre a liña de fe.
5. Rotar o mando das potencias para focar o brazo curto, correspondendo a potencia menos positiva (ou máis negativa). Rotar a liña de fe  $90^\circ$  ( $\alpha \pm 90$ ). Mover a lente até colocar a liña central do brazo curto sobre a liña de fe.
6. Repetir os pasos (4) e (5) as veces precisas para deixar a lente perfectamente centrada e orientada. Comprobar que os brazos están ben definidos, i.e. que as puntas e os segmentos fican paralelos ao brazo.
7. Marcar.

Coa fórmula de cilindro negativo procedese dun xeito similar, mas facendo coincidir a potencia máis negativa co brazo longo, e a máis positiva co brazo curto.

#### 2.2.3. Erros comúns e casos problemáticos

- Erros relacionados co test. Na figura 23 poden verse dous erros comúns que fan que as medidas non sexan perfectas:
  1. o brazo longo non está ben centrado. Para termos unha boa centaxe a liña central do brazo debe superporse á liña de fe, como se ve nas figuras 21 e 22.

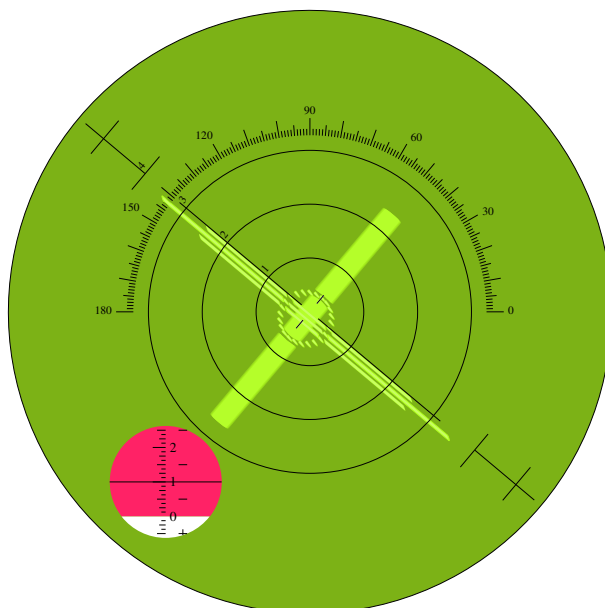


Figura 23: Brazo case centrado e case definido

2. o brazo longo non está ben definido. Un brazo está ben definido cando:
    - (a) o brazo está perfectamente paralelo cos segmentos do círculo central.
    - (b) os extremos das liñas do brazo non mostran unha punta desviada, ou non teñen punta ou esta está centrada, como se ve nas figuras 21 e 22.
- Erros de medida da potencia. A escala de potencias pode despistar, xa que para as potencias positivas incrementase para baixo entanto para potencias negativas incrementase para cima. Non resulta así moi estraño que alguén ao ver a figura 15b interprete que a medida é +4'75 D, cando a medida correcta é +5'25 D. O erro cometido é de 0'50 D, e para evitar cometelo non fai falta máis que prestar-lle un pouco atención á escala.
  - Axuste da ocular incorrecta. As persoas novas teñen tendencia a acomodar cando ollan ao través da ocular, para ver así máis grande o retículo. Este fenómeno denominase miopización, xa que o ollo se comporta como se fose máis miope do que realmente é<sup>8</sup>. A acomodación pode falsear as medidas de potencia feitas.

<sup>8</sup>Un ollo emétrope comportase como un ollo miope, un ollo miope como un ollo aínda máis miope, ...

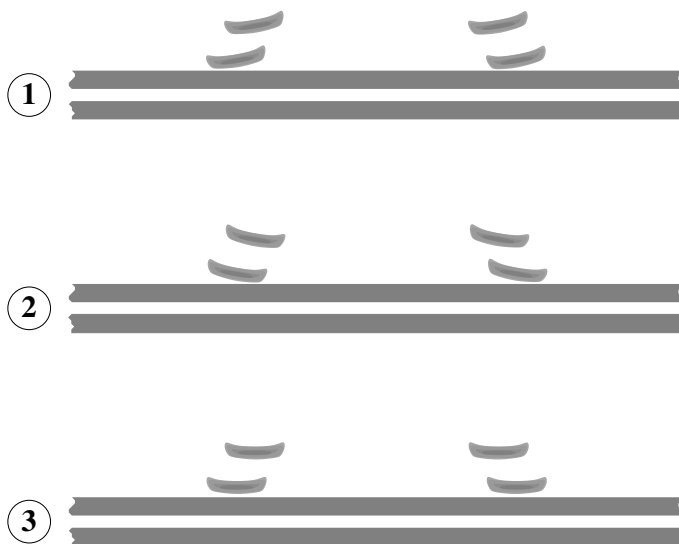


Figura 24: Leve movement do mando dos ángulos procurando o paralelismo do brazo e os segmentos do círculo central. Por claridade na figura só se representa a parte central de dúas das liñas do brazo e dous pares de imaxes lineares, en tres posición distintas, sendo a posición 3 equidistante entre a 1 e a 2

— Compoñentes cilíndricas de 0'25 D.

- Non sempre é inmediato diferenciar unha lente astigmática con unha compoñente cilíndrica de 0'25 D (LACC025) dunha lente esférica. As veces ao medir unha LACC025 obtemos unha boa imaxe do test, cos dous brazos do test e un círculo de puntos ben definidos, semellando portanto que estamos ante unha lente esférica. Isto é así porque estamos observando o plano correspondente aos círculos de confusión mínima, que ao ser formados por unha LACC025 son pequenos, case puntos. Para evitar equivocarnos, antes de decidir se unha lente é ou non esférica cumpre rotar o mando dos ángulos e mover levemente o mando das potencias. Nunha lente esférica non se vai apreciar ningunha diferenza entre os dous brazos, mas nunha LACC025 van aparecer pequenas diferenzas, que nos permitiran averiguar en que planos, i.e. para que potencias, temos as imaxes lineares.
- Canto menor é a compoñente cilíndrica dunha lente menor é o tamaño dos segmentos do círculo central. E cando o focómetro é vello, ou está envellecido, resulta usual que as imaxes do círculo central en vez de ser lineares estexan algo curvadas. Co cal non resulta evidente determinar cando un brazo do test é paralelo ás ditas imaxes. Neste caso recomendase facer pequenos movementos co mando dos ángulos, para escoller a posición central, tal e como se ilustra na figura 24.

### 2.3. Prescricións prismáticas

Na maior parte das veces as lentes oftálmicas vanse encaixar nos aros das armazóns procurando que os centros ópticos das mesmas fiquen diante dos centros pupilares na posición primaria de mirada, de maneira que nesa posición os eixos visuais pasen polos centros ópticos. Razón pola cal na maior parte dos casos a hora de marcar unha lente procurase o centro óptico da mesma.

Porén algunhas veces desexase que na posición primaria de mirada o eixo visual non pase polo centro óptico, senón por outro punto da lente onde experimente un dado efecto prismático. Este punto coñécese como Punto Principal de Referencia (PPR).

O efecto prismático caracterízase por unha potencia,  $\varepsilon^{\Delta}$ , medida usualmente en dioptrías prismáticas, e un ángulo  $\beta$ , que dá a orientación da base e se mede en graos. Lembremos que a orientación dun efecto prismático, como a dun prisma, pode variar entre  $0^{\circ}$  e  $360^{\circ}$ .

#### 2.3.1. Orientación e marcado de lentes esféricas con prescrición prismática

**Prescrición: A Esf  $\odot$   $\varepsilon^{\Delta}$  Base a  $\beta$**

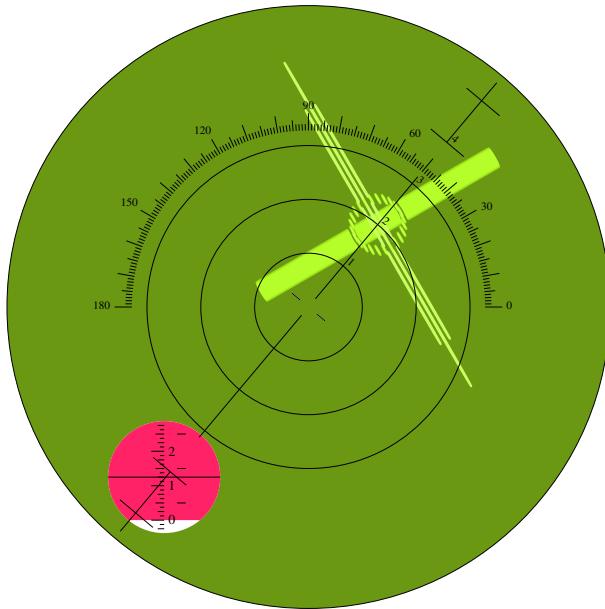
1. Rotar a liña de fe até orientala a  $\beta$  (ángulo da base) e identificar o Punto de Referencia Prismático (PRP), i.e. a intersección entre a liña de fe e o círculo correspondente a potencia prismática  $\varepsilon$  da prescrición. A liña corta cada círculo en dous puntos separados  $180^{\circ}$ , cumprindo escoller o cuadrante correspondente a  $\beta$ .
2. Colocar a lente no focómetro e rotar o mando das potencias até ver ben definido o test.
3. Mover a lente, facendo desprazarse o test até facer coincidir o seu centro (do test) co PRP.
4. Marcar a lente. O punto central será o Punto Principal de Referencia.

#### 2.3.2. Orientación e marcado de lentes astigmáticas con prescrición prismática

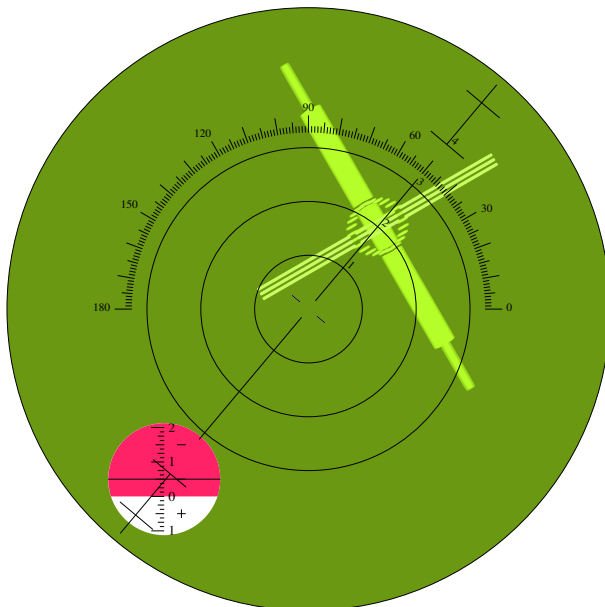
**Prescrición: A Esf + C Cil x  $\alpha$   $\odot$   $\varepsilon^{\Delta}$  Base a  $\beta$**

(A e C poden ter tanto signo + como -)

1. Somar a compoñente esférica e a cilíndrica,  $B = A+C$ .
2. Rotar o mando dos ángulos até ver o brazo longo do test no ángulo indicado para a compoñente cilíndrica ( $\alpha$ ).
3. Rotar o mando das potencias até na escala ter a posición correspondente a B.



(a) Brazo longo ben definido e centrado no PRP



(b) Brazo curto ben definido e centrado no PRP

Figura 25: Campos correspondentes a unha lente prismática de prescrición:  $-0^{\circ}50$  Esf  $-0^{\circ}75$  Cil x  $120$  con  $2^{\Delta}$  Base a  $50$

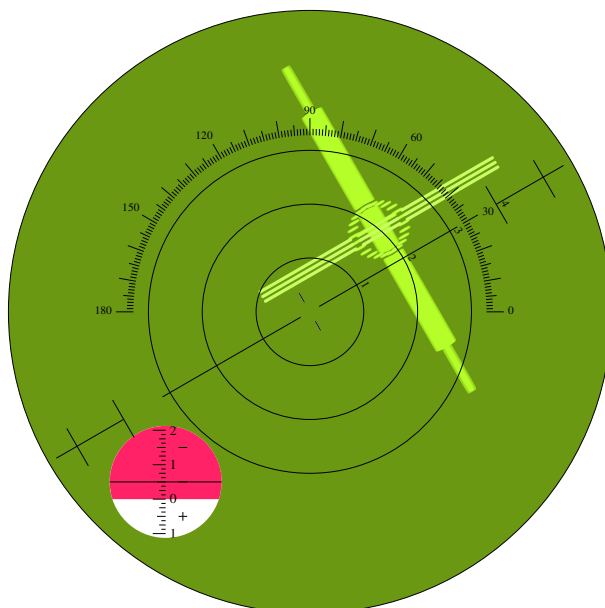


Figura 26: Comprobación da orientación da compoñente cilíndrica para a prescrición da figura 25

4. Rotar a liña de fe até orientala a  $\beta$  (ángulo da base). Identificar o Punto de Referencia Prismático (PRP).
5. Colocar a lente no focómetro e rotala até ver ben definido o brazo longo, procurando centrar o test sobre o PRP. Se ben nas lentes esféricas isto se fai nun único paso, nas lentes astigmática, cumpre imaxinarse o centro do test, i.e. o punto onde se cortarían os dous brazos se fose posíbel foca-los simultaneamente, e sitúalo sobre o PRP. Non hai máis remedio do que centrar cada brazo por separado e alternativamente. Na figura 25 mostrase un exemplo dos campos que se observan para unha lente de prescrición:  $-0'50 \text{ Esf } -0'75 \text{ Cil } \times 120 \text{ } \ominus \text{ } 2^{\Delta} \text{ Base a } 50$ .
  - (a) É normal ter que facer varios movementos antes de conseguir centrar perfectamente a lente.
  - (b) O test debe ficar ben centrado, i.e. as liñas centrais dos brazos deben cruzar o PRP, e os brazos ben orientados. Se non se rota o mando dos ángulos, só temos que comprobar os brazos estaren ben definidos. Cando por algunha razón o mando dos ángulos foi rotado, cumpre usar a liña de fe como referencia, colocando-a no ángulo  $\alpha$ , e comprobando que o brazo longo fique paralelo á liña de fe —ou colocando a liña de fe a  $\alpha \pm 90$  e o brazo curto paralelo a dita liña—. Vexase a figura 26.
  - (c) A liña de fe pode rotarse tantas veces sexa necesario para situar tanto o ángulo do cilindro,  $\alpha$ , como o da base  $\beta$ , mais cumpre non confundir ambos ángulos, xa que  $\alpha$  e  $\beta$  non teñen por que coincidir.
6. Marcar.

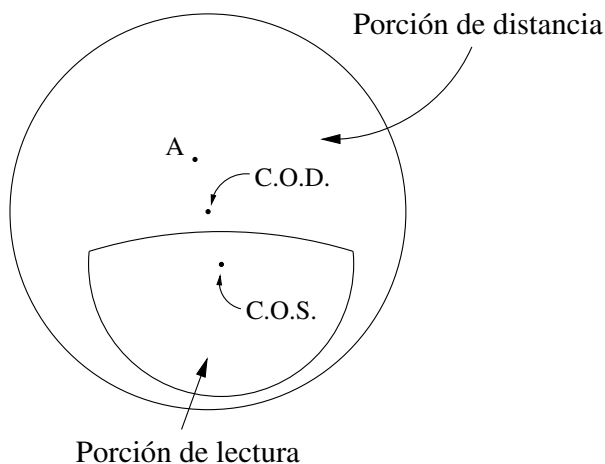


Figura 27: Pontos de medida nunha lente bifocal

### 3. Medida de lentes multifocais

#### 3.1. Lentes bifocais

Unha lente bifocal está dividida en dúas zonas, unha porción de distancia ou de lonxe, coa potencia axeitada para a visión de distancia, e unha porción próxima, de preto ou de lectura, con potencia máis positiva que a anterior e axeitada para a visión próxima (vexase a figura 27). A maior das dúas porcións, usualmente a porción de distancia, recibe o nome de lente principal, encanto a porción menor nomease segmento.

A diferenza entre a potencia da porción de lectura e a potencia da porción de distancia recibe o nome de adición, debendo ser sempre<sup>9</sup>:

- **esférica**, xa que o astigmatismo do ollo non varía en función da distancia obxecto;
- **positiva**, pois do que se trata é de achegar o punto próximo ao ollo, e
- **igual para ambos ollos**, xa que os dous ollos dunha persoa teñen sempre a mesma idade.

<sup>9</sup>É posíbel, se ben pouco probábel, achar unha lente que por defecto de fabricación teña unha adición astigmática. Tamén é posíbel montar dúas lentes con distinta adición na mesma armazón.

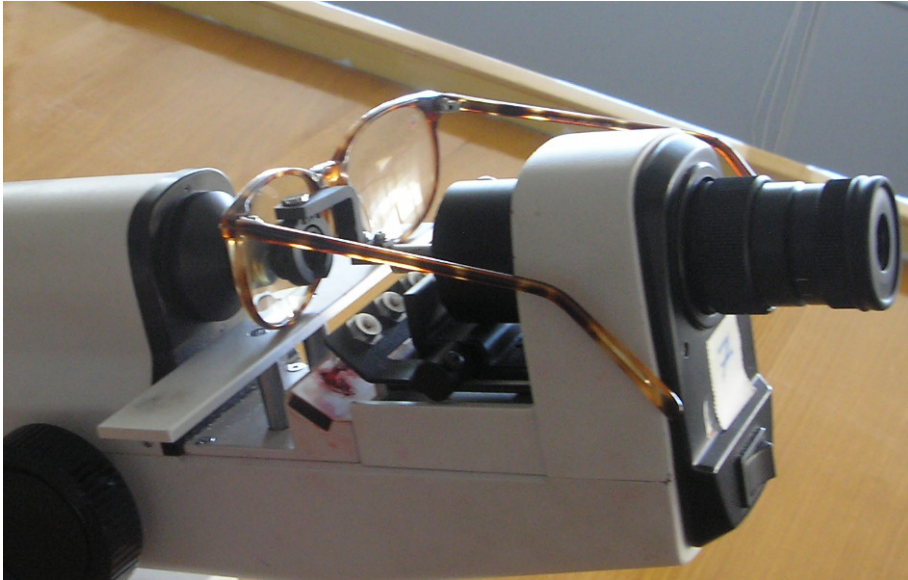


Figura 28: Medida da potencia de vértice anterior

### 3.1.1. Lentes bifocais esféricas

Para caracterizar unha lente bifocal esférica dábanse como mínimo dúas grandezas: 1) a potencia de vértice posterior no Centro Óptico de Distancia, e 2) a adición. Para obter estas dúas grandezas cumpre facer as seguintes 3 medidas:

1. Medida da potencia de vértice posterior no Centro Óptico de Distancia, ou sexa:
  - (a) colócase a lente no focómetro apoiando a superficie cóncava da porción de distancia no repousa-lentes,
  - (b) centrase o test no retículo e
  - (c) médesse a potencia.
2. Medida da potencia de vértice anterior no Centro Óptico do Segmento, ou sexa:
  - (a) colócase a lente no focómetro apoiando a superficie convexa da porción de lectura no repousa-lentes, vexase a figura 28, de maneira que o centro óptico do segmento coincida aproximadamente con centro do repousa-lentes, e
  - (b) sen mover a lente médesse a potencia. Usualmente o centro do test non vai coincidir co centro do retículo.
3. Cedese a potencia de vértice anterior nun punto auxiliar da porción de distancia, punto A na figura 27, de xeito semellante ao paso 2. O punto auxiliar está na recta que definen o COD e o COS, e ademais o COD fica equidistante do punto A e o COS.

A adición é igual a potencia no Centro Óptico do Segmento, paso 2, menos a potencia no punto auxiliar, paso 3.

En lentes opticamente delgadas, lentes negativas e positivas de potencias baixas, a potencias medidas nos pasos 1 e 3 van ser iguais, mais canto máis positiva sexa a lente maior será a diferenza entre ambas medidas.

### 3.1.2. Lentes bifocais astigmáticas

As lentes bifocais astigmáticas médense dun xeito similar as esféricas, mas tendo en conta que:

1. No primeiro paso fanse dúas medidas de potencia, e unha de orientación do eixo do cilindro.
2. Nos outros dous pasos fanse dúas medidas de potencia, sen fixarse na orientación dos brazos.
3. Para calcular a adición cumpre restar as medidas do paso 2 menos as do paso 3, podéndose facer de dúas maneiras diferentes mais equivalentes:
  - (a) restar a potencia máis positiva do paso 2 menos a potencia máis positiva do paso 3. Alternativamente se poden usar as potencias máis negativas, mais nunca misturar a máis positiva dun paso coa máis negativa do outro.
  - (b) a partir do par de potencias medidas en cada paso calcular as formulas esferocilíndricas de cilindro positivo, e restar da formula achada no paso 2 a achada no paso 3. Nótese que as dúas compoñentes cilíndricas deberían ser iguais, e portanto a compoñente cilíndrica resultante debe ser nula. Alternativamente pódense usar as fórmulas de cilindro negativo, mais non se debe misturar unha de cilindro negativo con outra de cilindro positivo.

#### *Exemplo*

Medimos unha lente bifocal astigmática nun focómetro obtendo os seguintes resultados:

1. No primeiro paso,
  - (a) Brazo curto: -0'75 Cil
  - (b) Brazo longo: -1'50 Cil x 60
2. No segundo paso,
  - (a) Brazo curto: +1'75 (potencia máis positiva)
  - (b) Brazo longo: +1'00 (potencia máis negativa)
3. No terceiro paso,
  - (a) Brazo curto: -1'50 (potencia máis negativa)
  - (b) Brazo longo: -0'75 (potencia máis positiva)

— Coas medidas do primeiro paso calculase as formulas esferocilíndricas correspondentes a potencia de vértice posterior no Centro Óptico de Distancia: -0'75 Esf -0'75 Cil x 60 || -1'50 Esf +0'75 Cil x 150

- A adición calcula-se:
  - ben como diferenza das potencias máis positivas:  

$$Ad = +1'75 - (-0'75) = +2'50$$
  - ben restando fórmulas esferocilíndricas:  

$$\begin{array}{r} +1'00 \text{ Esf } +0'75 \text{ Cil} \\ -(-1'50 \text{ Esf } +0'75 \text{ Cil}) \\ \hline +2'50 \text{ Esf } \quad 0'00 \text{ Cil} \end{array}$$
- A prescrición escribiríase portanto:
  1. -0'75 Esf -0'75 Cil x 60 Ad 2'50, ou
  2. -1'50 Esf +0'75 Cil x 150 Ad 2'50

### 3.2. Lentes progresivas

As lentes progresivas son unhas lentes especialmente complexas, e para facilitar o seu manexo traen de fábrica unhas marcas, que entre outras cousas permiten medir facilmente as súas potencias. Estas marcas son de dous tipos: unhas permanentes, gravadas e moi discretas, e outras evidentes máis delébeis. Na figura 29 móstranse catro exemplos correspondentes a catro fabricantes diferentes, en azul as marcas permanentes e en laranxa as marcas delébeis.

- As marcas permanentes constan como mínimo de:
  - dous circuliños ou similares, afastados entre si unha distancia de 34mm, e
  - a adición, inscrita con dous ou tres díxitos<sup>10</sup> baixo o circuliño temporal.

Ademais frecuentemente por baixo do circuliño nasal gravase algunha outra información como pode ser a marca comercial, o modelo, ou o índice de refracción.

- As marcas delébeis varían bastante entre as distintas casas comerciais e mesmo entre os distintos modelos dunha mesma marca, de todos os xeitos as marcas son bastante similares e o usual é que inclúan cando menos:
  - Unha cruz de referencia para a montaxe
  - Zona de controlo da potencia de lonxe, por riba da cruz de referencia e en forma de círculo incompleto.
  - Zona de controlo da potencia próxima, un círculo na parte inferior nasal da lente.
 Ademais frecuentemente inclúen:
  - Punto para o controlo do efecto prismático.
  - Unha ou dúas liñas horizontais para facilitar a centraxe.

As marcas delébeis úsanse para medir, centrar e comprobar a montaxe das lentes progresivas, mais unha vez realizadas estas operacións elimínanse con alcohol ou acetona. De todos maneiras é posíbel reconstruír as marcas

<sup>10</sup> Así por exemplo 12 significa 1'25 D, 22 → 2'25 D, 175 → 1'75 D, etc

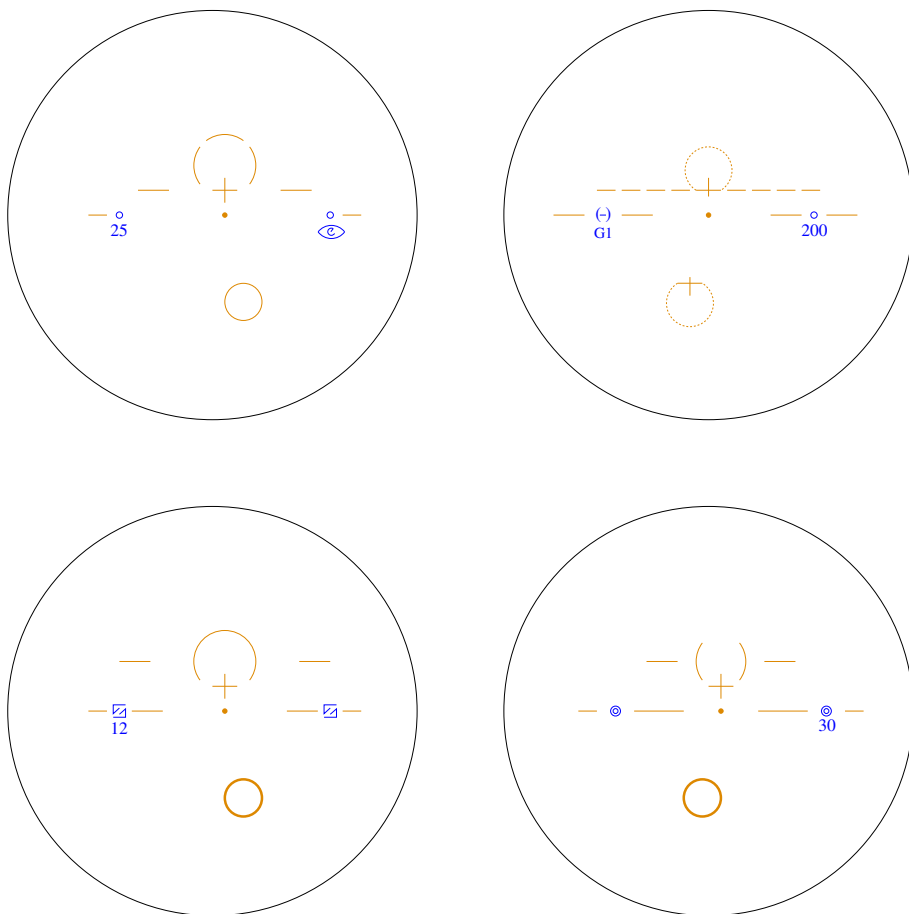


Figura 29: Marcas permanentes, en azul, e delébeis, en laranxa, de 4 lentes progresivas correspondentes a 4 fabricantes diferentes

delébeis a partir das permanentes usando padróns axeitados, que fornecen os fabricantes.

Para comprobar a prescrición dunha lente progresiva séguese un método similar ao das lentes bifocais, téndose que realizar medidas en 3 puntos:

1. Na zona de control da potencia de lonxe médesse primeiramente a potencia de vértice posterior.
2. No círculo inferior faise unha medida de vértice anterior.
3. Na zona de control de potencia de lonxe médesse a potencia de vértice anterior.

A adición calculase como a(s) potencia(s) no segundo paso menos a(s) potencia(s) no terceiro .

### *Prisma de adelgazamento*

Nas lentes progresivas a potencia varia continuamente entre a parte superior, zona de distancia, e a inferior, zona de lectura. Como consecuencia a espesura da lente non seria simétrica a respecto do meridiano central, senón que sería máis grosa na parte superior e máis delgada na inferior. Para evitar está diferenza corriqueiramente tállase un prisma base inferior na lente, i.e. extráese un prisma base superior. A potencia do prisma así xerado médese no punto situado baixo a cruz de centraxe, sendo da orde de 2/3 da adición, e estando a base orientada aproximadamente a 270.

### **BIBLIOGRAFÍA**

---

- ANÓNIMO *Lensmeter LM350, operating instructions*, .Ogino & CO.,Ltd.
- BOJ, P.J., A. GARCÍA MUÑOZ, J.R. GARCÍA BERNABEU (1993): *Instrumentos oftálmicos y optométricos*, Alicante: Universidad de Alicante.
- MARTÍNEZ M., W. FURLAN, A. PONS e G. SAAVEDRA, (1998): *Instrumentos ópticos y optométricos. Teoría y prácticas*, València: Univeritat de València.
- SEGUÍ, M.M. e B. DOMÈNECH (1994): *Descripción y utilización del frontofocómetro*, Barcelona: Puntex.





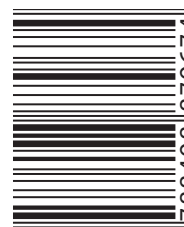
Unha colección orientada a editar materiais docentes de calidade e pensada para apoiar o traballo do profesorado e do alumnado de todas as materias e titulacións da universidade



Impreso en papel 100% reciclado e libre de cloro



SERVIZO DE NORMALIZACIÓN  
LINGÜÍSTICA



9 788498 879674