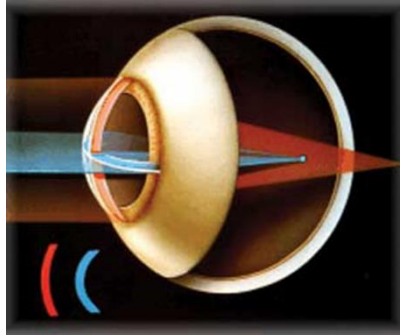


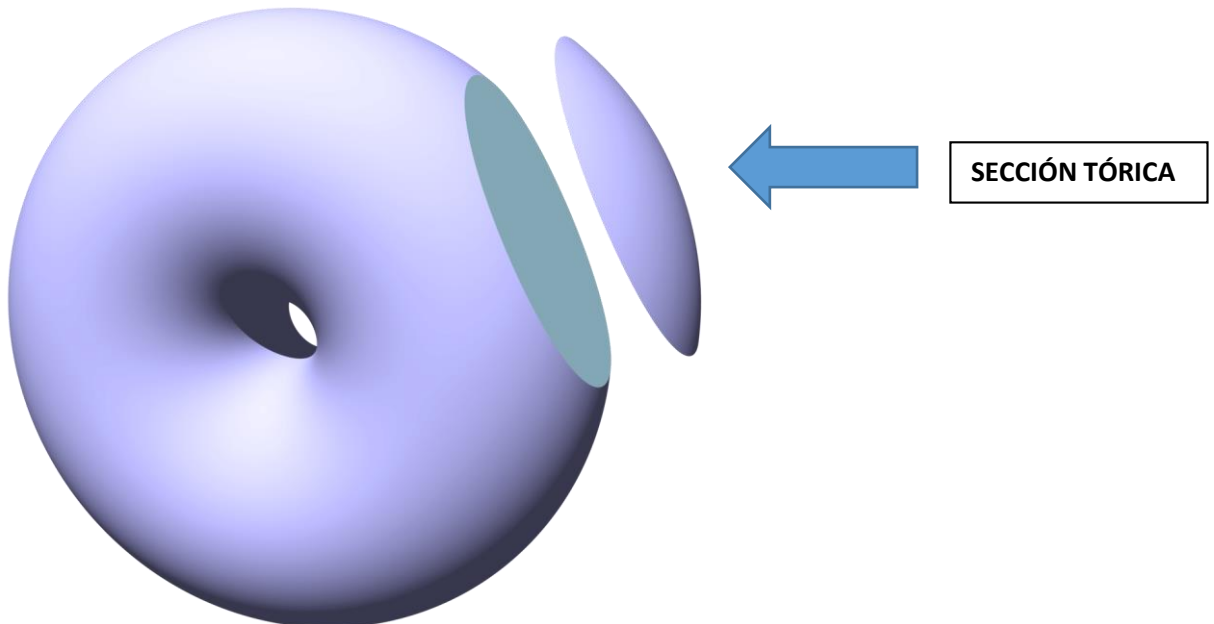
ASTIGMATISMO

DEFINICIÓN

Error refractivo caracterizado por tener una potencia diferente entre dos meridianos oculares (mayor y menor potencia).



En esta situación, la córnea y/o el cristalino presentan **toricidad**. Esta expresión deriva del **toro geométrico**, ya que si realizamos una sección obtenemos una forma no esférica en la que existen curvaturas diferentes entre meridianos.



COMPENSACIÓN DEL ASTIGMATISMO.

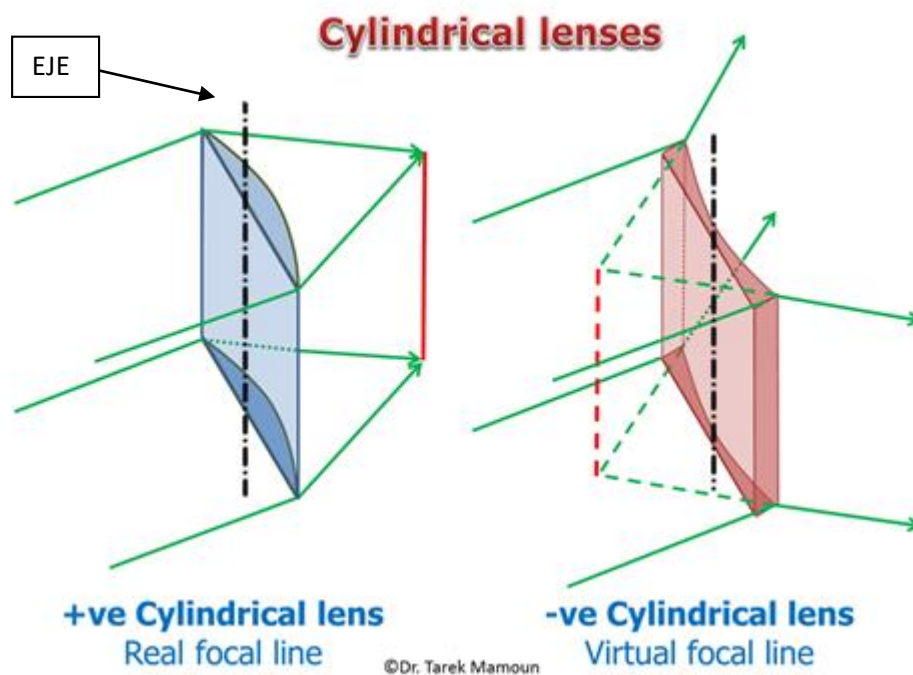
Se compensa con **lentes cilíndricas**.

Tipos:

- Planocilíndrica.
- Esferocilíndrica (una superficie de la lente esférica + otra cilíndrica).
- Tórica (curvaturas diferentes en la misma superficie de lente).
- Bicilíndrica (dos planocilíndricas unidas por sus caras planas).

LENTE CILÍNDRICA.

Previamente, vamos a ver cómo se comporta una lente cilíndrica:

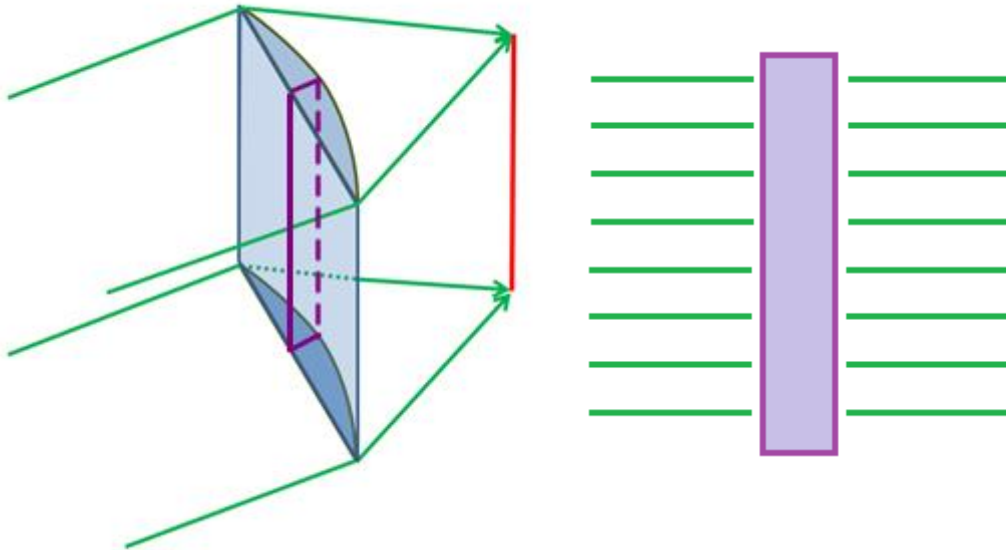


Las lentes cilíndricas forman una línea focal, que es **paralela** al eje del cilindro. El contraeje (dirección **perpendicular** al eje) es la dirección o meridiano de potencia.

Vamos a verlo en un **caso particular** sencillo haciendo secciones de esta **lente cilíndrica planoconvexa**:

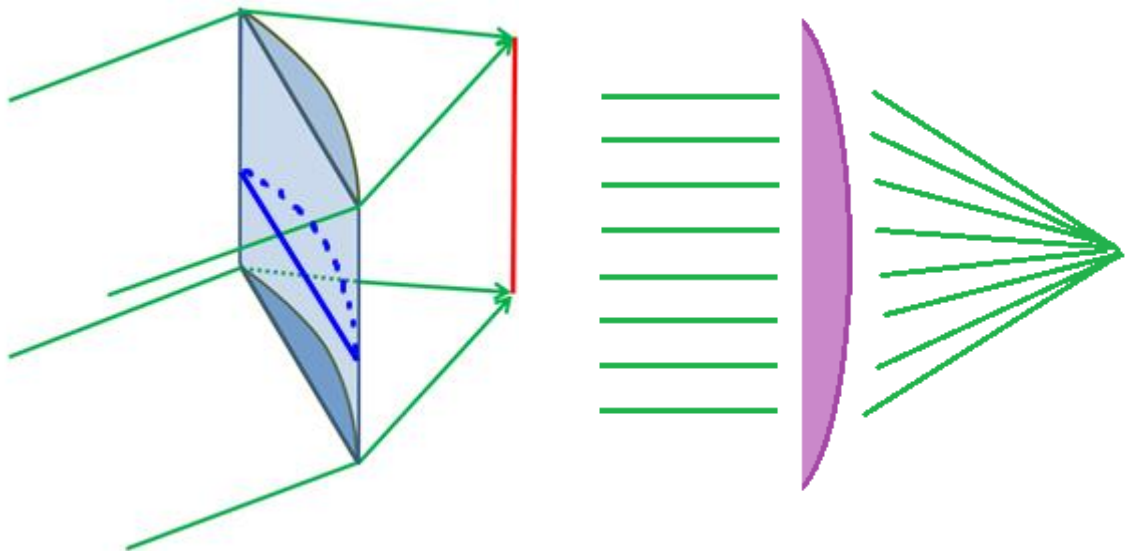
1. SECCIÓN VERTICAL

- a. Una sección vertical del cilindro, no tiene curvatura en ninguna de las superficies, por tanto, un haz de rayos contenidos en un plano vertical, no converge.
- b. En otras palabras: el meridiano vertical no tiene potencia.



2. SECCIÓN HORIZONTAL

- Una sección horizontal del cilindro, tiene curvatura en una de sus superficies, por tanto, un haz de rayos contenidos en un plano horizontal, converge.
- En otras palabras: el meridiano horizontal tiene potencia.



RESUMEN CONCLUSIONES CASO LENTE CILÍNDRICA PLANOCONVEXA:

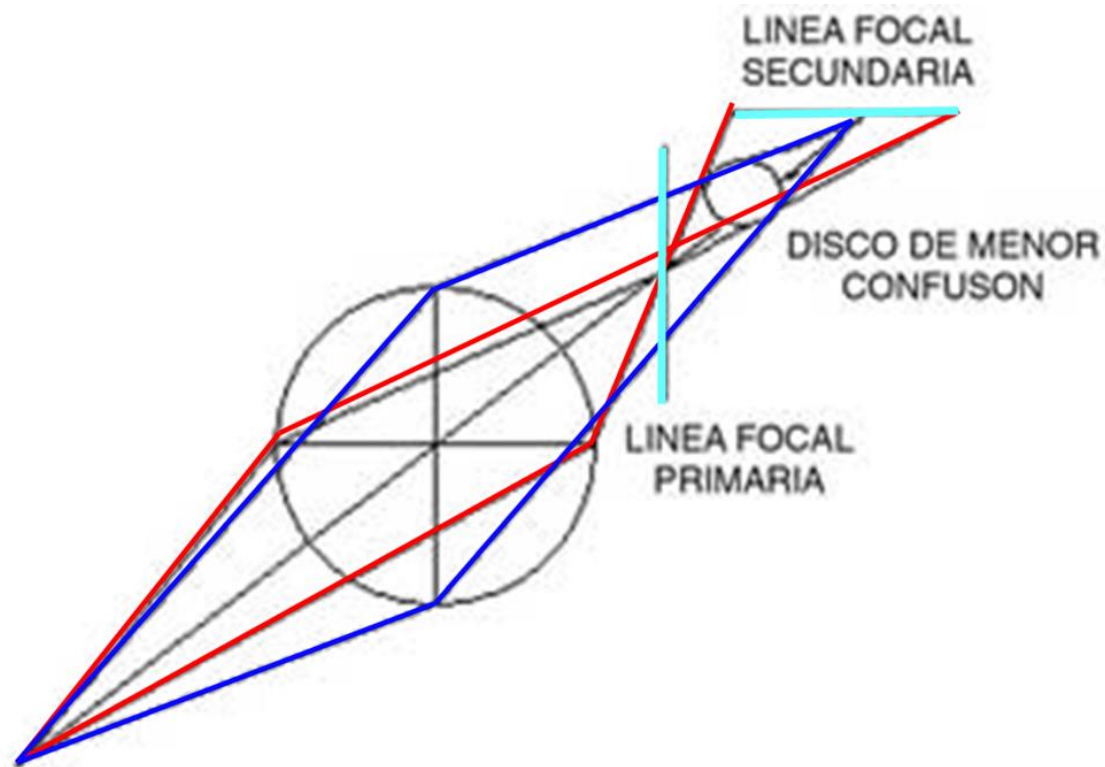
- La dirección paralela al eje del cilindro no tiene potencia, ya que no existe curvatura.
- La dirección perpendicular al eje del cilindro (contraeje) es la del meridiano con potencia, ya que es en esta dirección donde existe curvatura para que la luz cambie su trayectoria.

Notas:

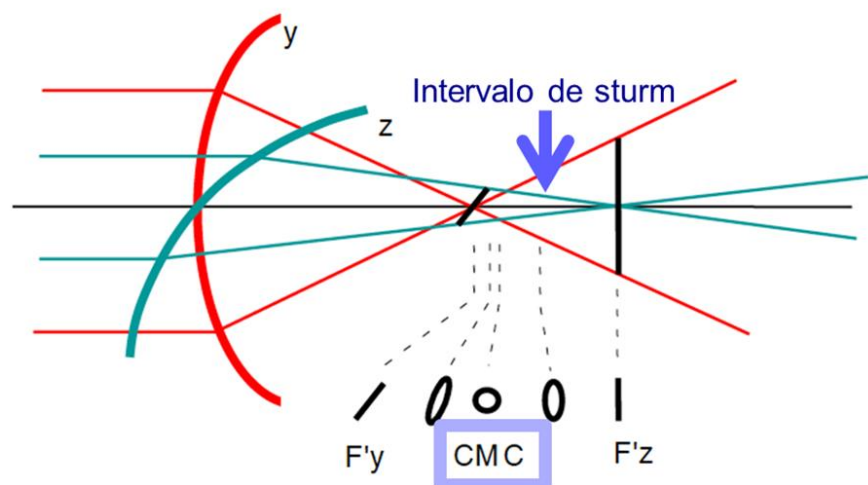
- El meridiano con potencia es el horizontal, pero la línea focal que se forma es vertical, paralela al eje del cilindro! (paradoja astigmática).
- La orientación de la línea focal siempre es paralela al eje.
- Un cambio en la potencia del cilindro, hará que la posición de la línea focal se desplace.

CONOIDE DE STURM

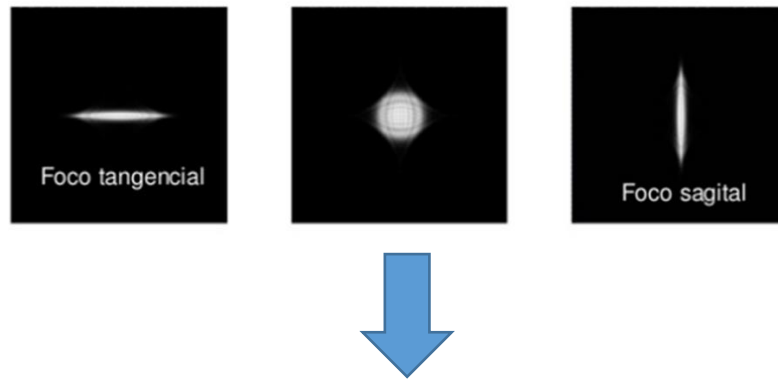
En el caso de una córnea astigmática regular, tenemos dos meridianos de potencia separados 90 grados entre sí. El efecto de este error refractivo es que, en lugar de tener un cono de luz convergente que focaliza en un punto focal teórico, tenemos el conoide de Sturm con dos líneas focales, entre las cuales se encuentra el círculo de mínima confusión (CMC).



Objeto puntual en ∞



Para una dioptría de astigmatismo, el intervalo de Sturm (distancia entre las dos focales) es de aproximadamente 0.37 mm.



CMC: es la mejor imagen para una posición entre ambos focos.

CLASIFICACIÓN DEL ASTIGMATISMO.

Existen diferentes criterios bajo los que se clasifica el astigmatismo.

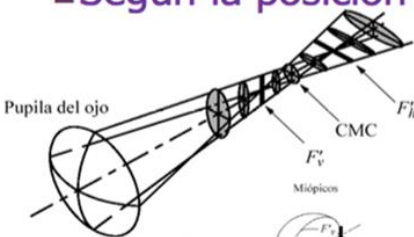
1. CLASIFICACIÓN POR POTENCIA REFRACTIVA.

- a. Miópico compuesto: las dos focales están por delante de la retina.
- b. Miópico simple: una focal en retina y otra por delante.
- c. Mixto: una focal por delante y otra por detrás de la retina.
- d. Hipermetrópico simple: una focal en retina y la otra por detrás.
- e. Hipermetrópico compuesto: las dos focales están por detrás de la retina.



+ Clasificación

■ Según la posición de los planos focales

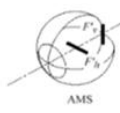
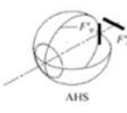
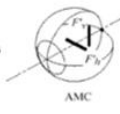
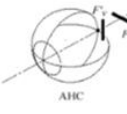
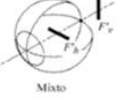


Pupila del ojo

CMC

F'_h

F'_v

Miódicos	Hipermetrópicos
Simple  AMS	 AHS
Compuestos  AMC	 AHC
Mixto 	

A. Normal	+	
B. Myopic	+	
C. Hyperopic	+	
D. Compound Myopic Astigmatism	+	
E. Simple Myopic Astigmatism	+	
F. Mixed Astigmatism	+	
G. Simple Hyperopic Astigmatism	+	
H. Compound Hyperopic Astigmatism	+	

Harvey EM et al. Vision Res. 2007;47:315–326.

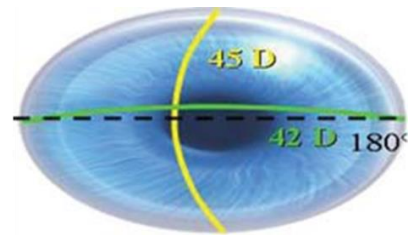
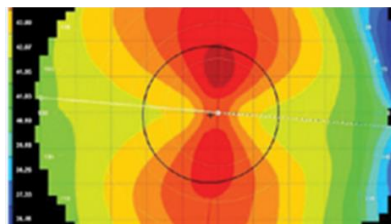
2. CLASIFICACIÓN POR REGULARIDAD:

- a. Regular: Los meridianos principales distan 90 grados.
- b. Irregular: Los meridianos de máxima y mínima potencia no distan 90 grados.

3. CLASIFICACIÓN POR CURVATURA Y POSICIÓN DE LOS MERIDIANOS:

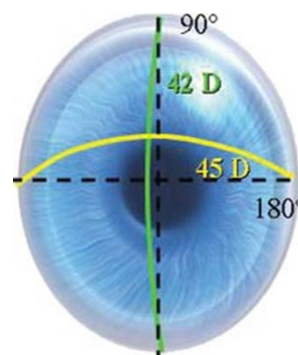
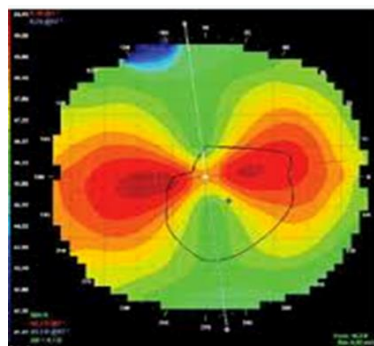
a. A favor de la regla o directo:

- i. Potencia (curvatura) del meridiano vertical (+/- 30 grados) es mayor que la del horizontal.
- ii. El eje del astigmatismo refractivo expresado en potencia negativa se encuentra a 0-180 grados (+/- 30)



b. En contra de la regla o indirecto:

- i. Potencia (curvatura) del meridiano horizontal (+/- 30 grados) es mayor que la del vertical.
- ii. El eje del astigmatismo refractivo expresado en potencia negativa se encuentra a 90 grados (+/- 30).



- c. Oblicuo: Los ejes del astigmatismo se encuentran fuera de los casos anteriores.

CÁLCULO DEL ASTIGMATISMO.

Diferencia de potencias entre los dos meridianos principales de la córnea (1ª sup.)

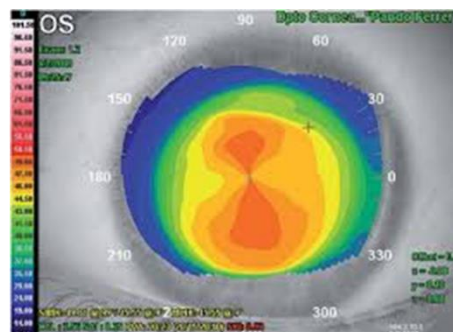
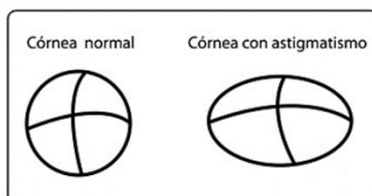
$$A_c = P_{1Y} - P_{1Z} = \frac{n'}{x'_{1Y}} - \frac{n'}{x'_{1Z}}$$
$$P_{1Y} = \frac{n'-1}{r_{1Y}} \quad P_{1Z} = \frac{n'-1}{r_{1Z}}$$

$$A_{\text{total}} = A_{\text{corneal}} + A_{\text{suplementario}}$$

CAUSAS DEL ASTIGMATISMO.

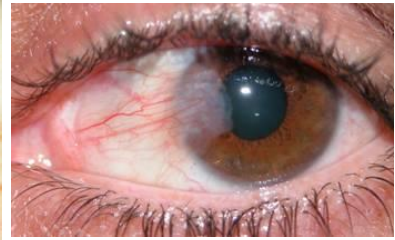
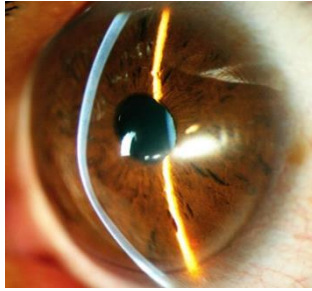
1. Curvatura.

Generalmente, la diferencia de potencia entre los dos meridianos principales se deberá a la diferencia de curvatura en la cara anterior de la córnea.



Astigmatismo adquiridos:

- Enfermedades corneales.
- Cicatrices corneales.
- Cirugía ocular.
- Lesiones por queratitis.



También puede ser debido a la curvatura del cristalino.



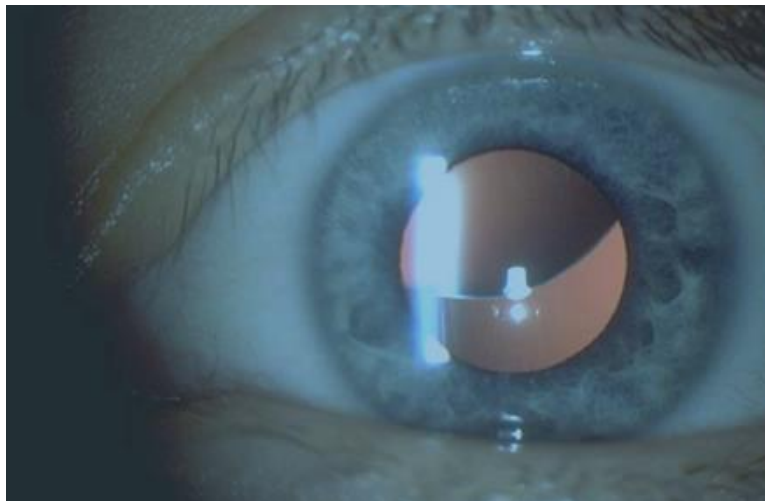
2. Variaciones de índice.

Adquirido en CATARATAS

Astigmatismo por pequeñas diferencias en el índice de refracción entre meridianos.

3. Luxación del cristalino.

Desplazamiento del cristalino de su posición normal.

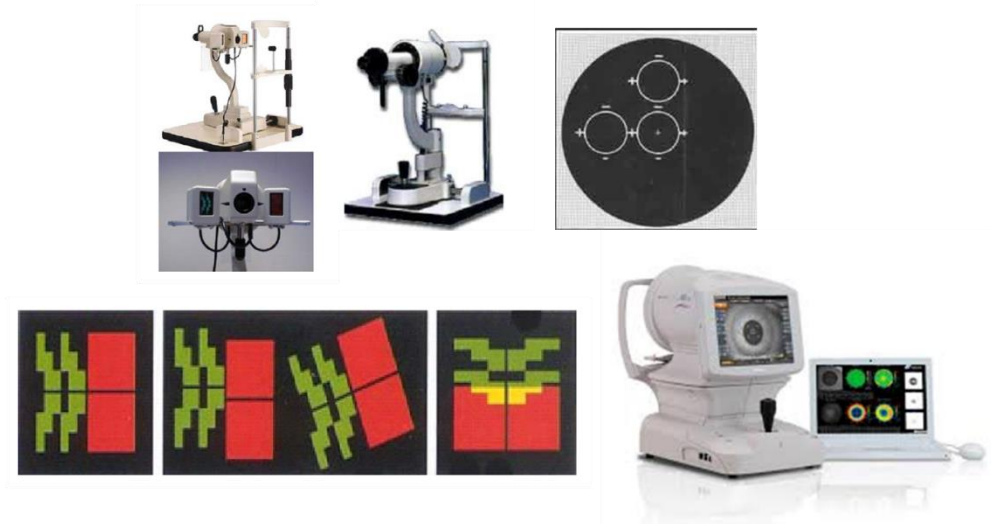


SÍNTOMAS

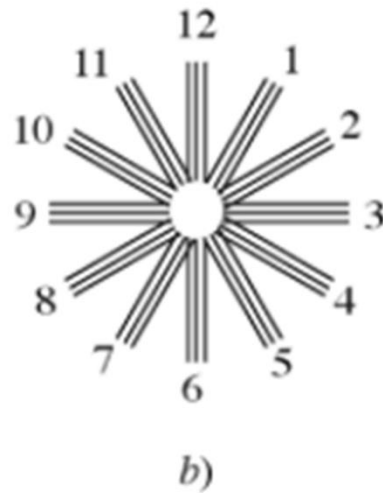
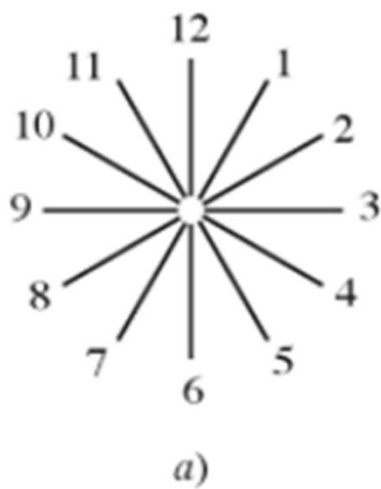
- Dolor de cabeza.
- Fatiga visual.
- Visión distorsionada.

DETERMINACIÓN DEL ASTIGMATISMO.

ASTIGMATISMO CORNEAL: Queratómetros y Topógrafos corneales.



ASTIGMATISMO REFRACTIVO:



DETECCIÓN DEL EJE: TEST HORARIO (SUBJETIVO).

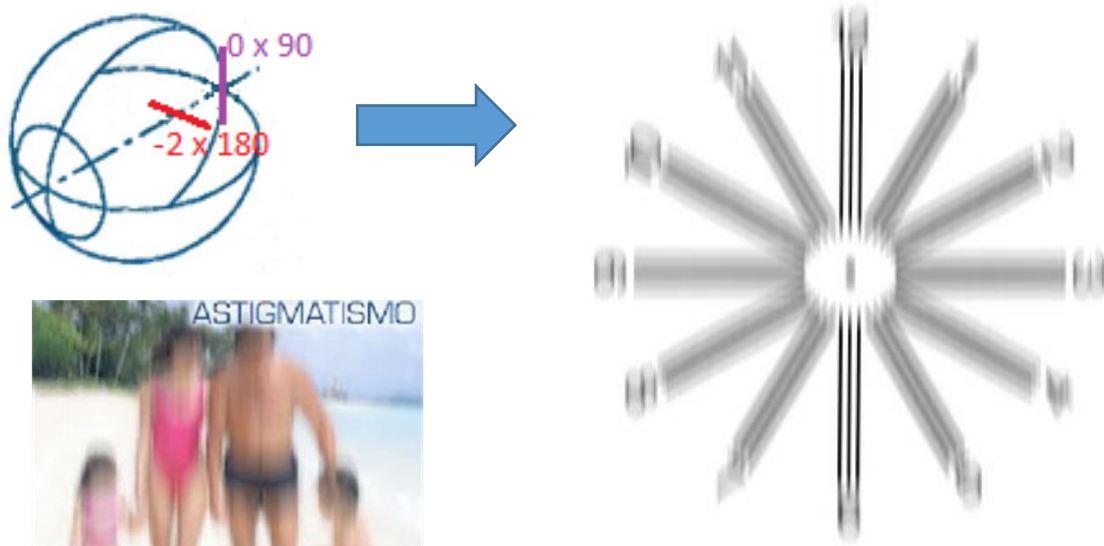
El objetivo de la prueba es determinar de manera subjetiva si existe componente astigmática y calcular la orientación de la lente cilíndrica para corregirlo.

El eje del cilindro vendrá dado por la **regla del 30**. El número correspondiente a la línea que se perciba más marcada (del 1 al 6) se multiplicará por 30 (las líneas están separadas entre sí 30 grados). Esto nos dará el eje del cilindro tentativo, el cual afinaremos después mediante los cilindros cruzados de Jackson.

FUNDAMENTO DE LA PRUEBA DEL TEST HORARIO:

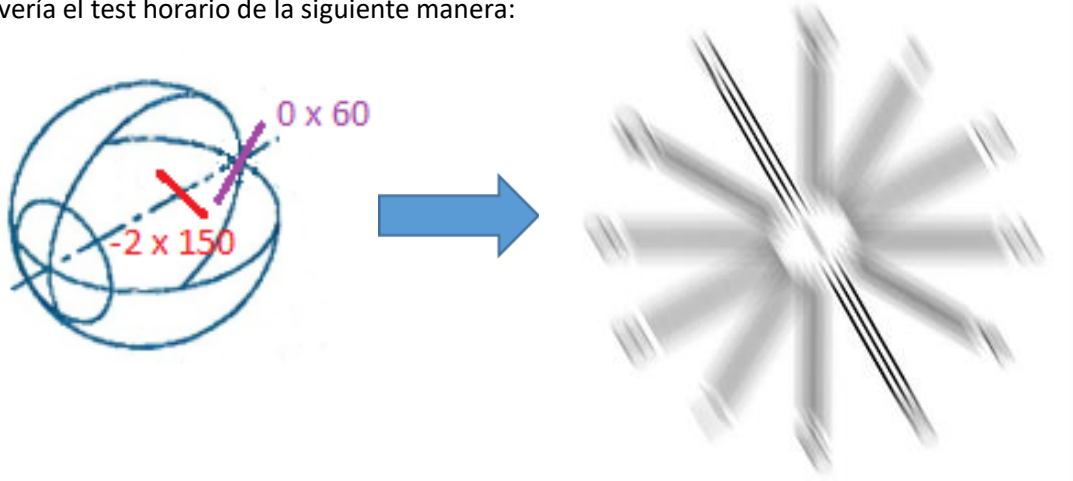
La orientación que se observa más marcada corresponde a la focal que está más cerca de la retina.

Por ejemplo, un ojo con esta configuración verá el test horario de la siguiente manera:



La orientación de la focal en retina es 90 grados. Por lo tanto, el paciente diría que la línea más negra es la del 12-6 y aplicando la regla del 30 tendríamos que el eje negativo tentativo sería $6 \times 30 = 180$. Como se ve en la imagen del ojo, es la orientación de la focal que está más adelantada, la que tenemos que llevar hacia atrás añadiendo potencia negativa.

Vamos a ver el caso de un astigmatismo oblicuo. Por ejemplo, un ojo en esta configuración vería el test horario de la siguiente manera:

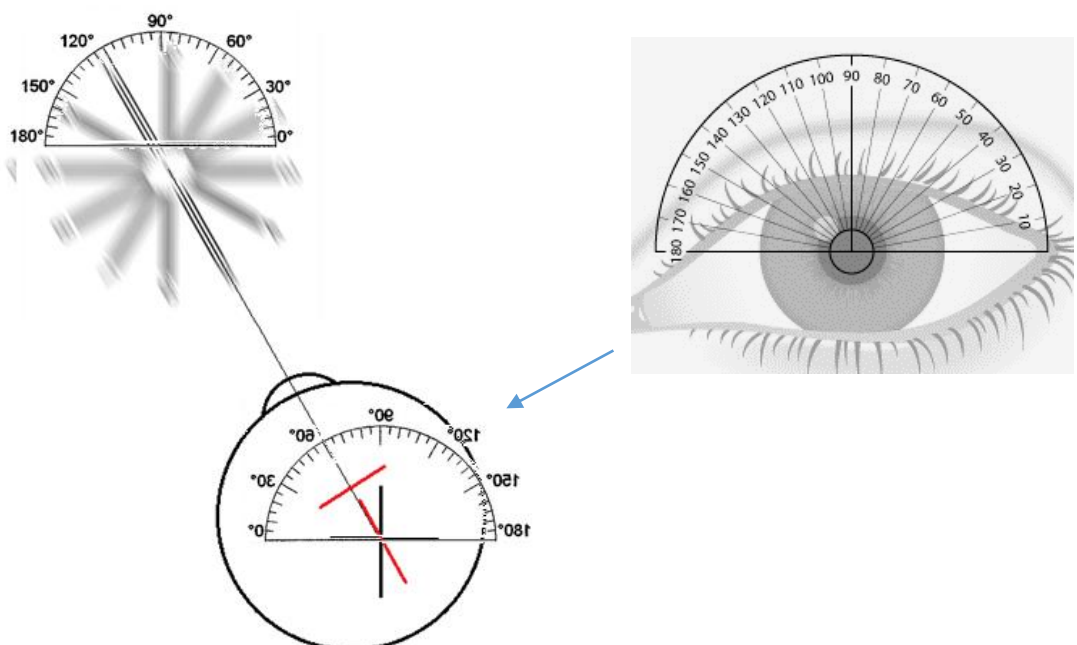


El paciente diría que la línea más negra es la del 5-11 y aplicando la regla del 30 tendríamos que el eje tentativo del cilindro sería $5 \times 30 = 150$, que es la orientación de la focal más adelantada. La orientación de la focal en retina es 60 grados en escala TABO.

INFORMACIÓN ADICIONAL:

La orientación de la línea en el test horario coincide con la que se forma en retina, pero con una inversión horizontal de la escala (ver imagen inferior), debido a que el objeto y el ojo están enfrentados. Por ejemplo, hemos dicho que la focal que está en retina está a 60 grados en escala TABO normal mirando el ojo de frente (donde el 0 está a la derecha y el 180 a la izquierda). Esta orientación se corresponde en el objeto con 120 grados, que es la orientación de la línea en el test.

Además, hay que tener en cuenta que a la retina llega la imagen invertida por el ojo, aunque en el caso de una línea únicamente los extremos cambian a cuadrantes opuestos, pero la orientación se mantiene.



AFINACIÓN DEL EJE Y LA POTENCIA: **CILINDROS CRUZADOS DE JACKSON (CCJ).**



Un cilindro cruzado es una lente que tiene en uno de sus meridianos principales una potencia negativa y en el otro meridiano una potencia positiva de igual valor, que suele ser de $\pm 0,25$ D; $\pm 0,50$ D o de $\pm 1,00$ D. Suelen disponer de unas marcas rojas para el eje del cilindro negativo y blancas para el eje correspondiente a la potencia positiva. También pueden llevar otra marca que indica el meridiano intermedio entre ambos (normalmente la dirección del mango del cilindro).

FUNCIONAMIENTO DE LOS CCJ:

Fundamentos de Optometría (W. Furber, J. García Monreal, L. Muñoz), 2ª Edición, página 217

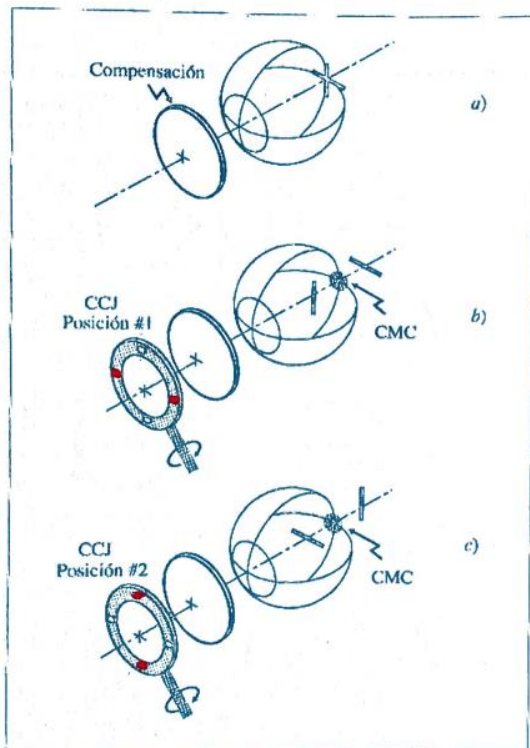


Fig. 6.3 a) Ojo astigmático correctamente compensado. Al colocar los CCJ delante, las focales se separan de la retina. b) En la posición #1 el eje negativo de los CCJ está horizontal. c) En la posición #2 el eje negativo de los CCJ está vertical. En ambos casos el diámetro del círculo de mínima confusión, CMC, permanece igual.

$\times 180^\circ$
 $\times 90^\circ$

El uso de los CCJ está indicado en el examen subjetivo principalmente para la **afinación o precisión** del eje tentativo **previamente detectado** mediante otros métodos (test horario, retinoscopia, etc.) y para la afinación de la potencia cilíndrica.

AFINACIÓN DEL EJE:

1. Localizar el eje del cilindro tentativo mediante otros métodos previos y ponerlo en el foróptero o la gafa de prueba.
2. Mostrar al paciente aproximadamente una línea de AV 3 veces inferior a la última línea de AV que pudo ver sin la corrección astigmática.
3. Colocar el CCJ con la dirección del mango del cilindro coincidente con el eje del cilindro tentativo. De esta manera el eje tentativo quedará en el meridiano intermedio entre los meridianos de potencia negativa y positiva.
4. Rotar el mango 180 grados y preguntar al paciente la posición de mejor visión.
5. Con el CCJ en la posición donde el paciente ve mejor, rotar el eje del foróptero o gafa de prueba hacia la marca roja. (en pasos de 5 a 15 grados, a medida que vayamos acercándonos a la posición correcta).
6. Repetir los pasos 3 y 4 hasta que el paciente no tenga preferencia por una de las dos posiciones.

AFINACIÓN DE LA POTENCIA:

1. Una vez identificado el eje, rotar el CCJ para que uno de los meridianos de potencia coincida con la orientación del eje afinado.
2. Rotar 180 grados (en la dirección perpendicular a la lente) los CCJ y preguntar la posición de mejor visión.
3. Si ve mejor cuando los puntos rojos están alineados con el eje del cilindro del foróptero o gafa de prueba, añadir potencia negativa (o disminuir positiva). Si ve mejor en la otra posición, añadir potencia positiva (o disminuir negativos). (Nota: por cada - 0.50 D de cilindro añadido, añadir +0.25 al valor de la esfera).
4. Repetir hasta el paciente no tenga preferencia por una de las dos posiciones.

NOTACIÓN Y TRANSPOSICIÓN.

NOTACIÓN ESFEROCILÍNDRICA:

Esfera (Cilindro) x eje (0-180).

TRANSPOSICIÓN:

1. SUMA ARITMÉTICA ESFERA+CILINDRO.
2. CAMBIO SIGNO CILINDRO.
3. EJE ± 90 .

$$-1,00 (-0,75) 30^{\circ} \longleftrightarrow -1,75(+0,75)120^{\circ}$$

EJERCICIOS.

1) **Cruz óptica** y traspuesta de las siguientes prescripciones:

- a) -0.5×90
- b) $+1.25 \times 5$
- c) $+2.5, +1.75 \times 15$
- d) $-1.00, -0.75 \times 30$

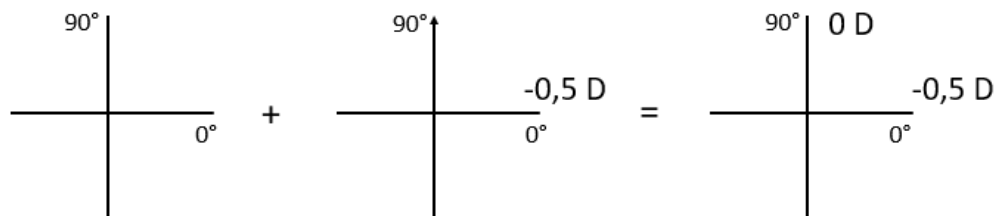
CRUZ ÓPTICA: Representa la potencia en cada meridiano.

Se representan los meridianos separados 90 grados. La primera cruz representa la esfera, que es igual en todos los meridianos. La segunda cruz pertenece a la potencia cilíndrica, que se pone en el contraeje. En la cruz resultante (suma de las dos primeras), cada línea de la cruz representa la **potencia en cada meridiano**.

Recordad que la **potencia** es la dirección perpendicular al eje del cilindro, aunque la línea focal que se forma es paralela al eje.

EJEMPLO a)

$-0,5 \times 90^\circ$



LECTURA POTENCIA MERIDIONAL:

$-0,50 \text{ D @ } 180$

$0 @ 90$

Esto quiere decir que en el meridiano horizontal la potencia correctora es $-0,50 \text{ D}$. El horizontal (meridiano @ 0 - 180 grados) es el meridiano más potente (el más negativo o menos positivo). El eje del cilindro negativo es $\times 90$ grados. Por lo tanto, el astigmatismo es **INVERSO**.

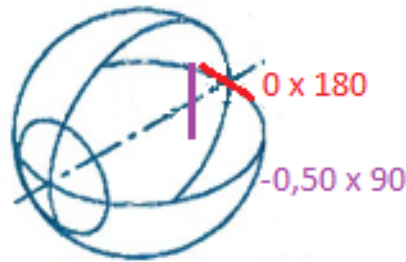
Como vimos en la formación de imágenes mediante lentes cilíndricas, aunque el meridiano horizontal sea el meridiano de potencia, la línea focal que se forma es PARALELA al eje del cilindro, es decir: se forma una línea focal vertical.

La configuración de las focales en este ojo sin compensar (junto con la potencia correctora que necesitaría cada focal para llegar a retina) sería la siguiente:

LA TRASPUESTA SERÍA:

1. ESFERA: $0 + (-0,50) = -0,50$ D
2. CILINDRO: $+0,50$
3. EJE: 180

= -0,50 (+0,50) 180.



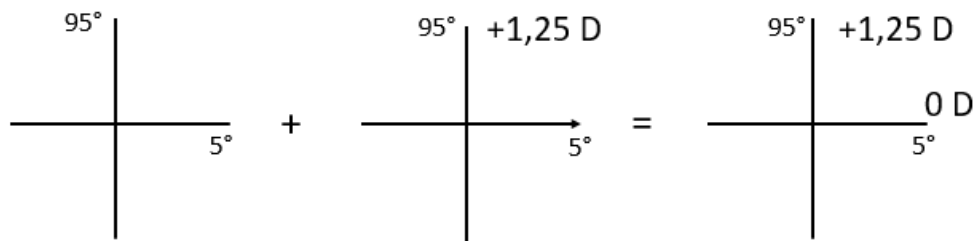
¡Las notaciones traspuestas expresan exactamente la misma refracción ocular y el astigmatismo sigue siendo del mismo tipo! Sólo indican dos posibilidades diferentes de corrección (mediante cilindro negativo o positivo).

En efecto, tenemos dos **posibilidades de corrección**:

1. Corregir con esfera la focal menos potente (más atrasada) y con **cilindro negativo** la más potente (adelantada), a la que hay que añadir potencia negativa para llevar a retina.
2. Corregir con esfera la focal más potente (más adelantada) y con **cilindro positivo** la menos potente (más atrasada), a la que hay que añadir potencia positiva para llevar a retina.

EJEMPLO b)

+1,25 x 5°



LECTURA POTENCIA MERIDIONAL:

+1,25 @ 95

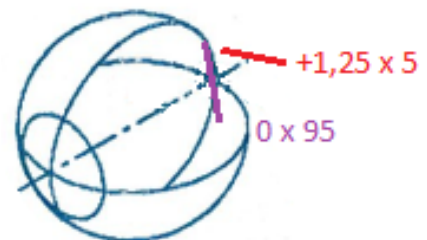
0 @ 5

Meridiano más potente @5 grados (horizontal) con eje de cilindro negativo a 95 grados.

➔ **ASTIGMATISMO INVERSO.**

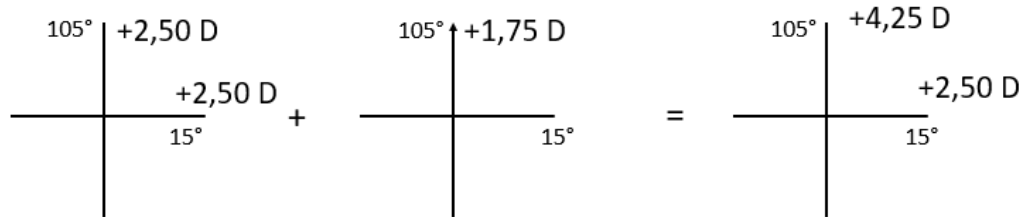
TRASPUESTA: +1,25 (-1,25) x 95.

La configuración de este ojo sería la siguiente:



EJEMPLO c)

$$+2,50 (+1,75) \times 15^\circ$$



LECTURA POTENCIA MERIDIONAL:

$+4,25 @ 105$

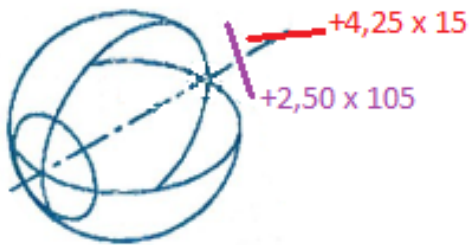
$+2,50 @ 15$

Meridiano más potente @ 15 grados (horizontal) con eje de cilindro negativo x 105 grados.

➔ **ASTIGMATISMO INVERSO.**

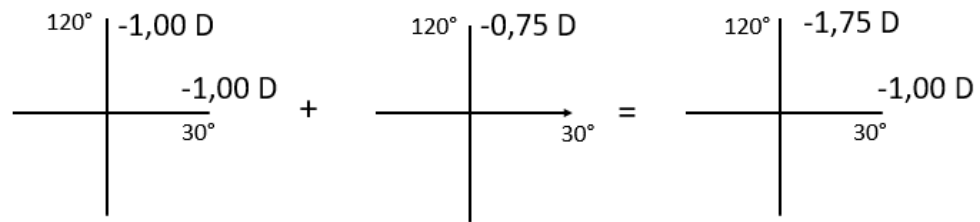
TRASPUESTA: $+4,25 (-1,75) \times 105$

La configuración de este ojo sería la siguiente:



EJEMPLO d)

-1,00 (-0,75) 30°



LECTURA POTENCIA MERIDIONAL:

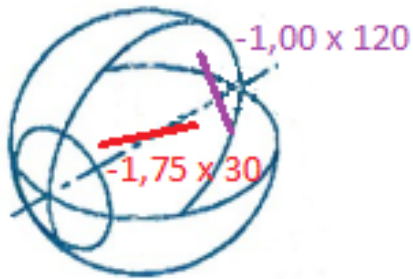
-1,75 @ 120

-1,00 @ 30

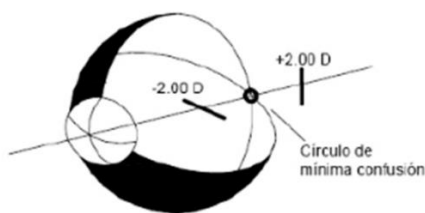
Meridiano más potente @120 grados (vertical: 90 ± 30), con eje de cilindro negativo x 30 grados.

TRASPUESTA: -1,75 (+0,75) 120

La configuración del ojo sería la siguiente:



2) Determinar las correcciones posibles para este ojo. ¿Qué tipo de astigmatismo es?



En este ojo, tenemos una focal por delante y otra por detrás de la retina. Es un astigmatismo **MIXTO**.

Además, la focal más potente (más negativa o menos positiva) tiene una orientación a 180. Esto quiere decir que el meridiano más potente es el vertical (@ 90 grados) -> el astigmatismo es **DIRECTO**.

La diferencia entre las posiciones de las focales nos da la cantidad total de astigmatismo, que en el caso de este ojo es de 4D.

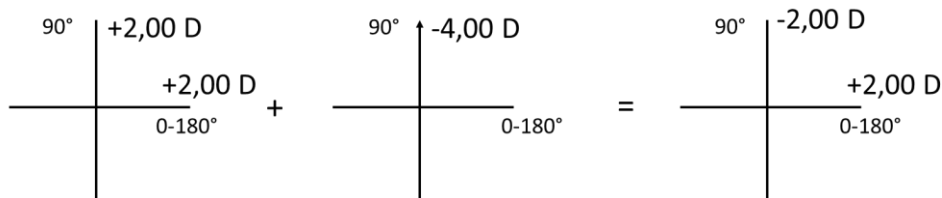
Este ojo se puede corregir de dos maneras.

1. Si con esfera corregimos la focal menos potente (ES= +2,00) luego tenemos que añadir un cilindro negativo con el eje a 180 grados (así estamos restando potencia al meridiano vertical @90 grados, que hemos dicho que era el más potente).
+ 2,00 (-4,00) x 180.
2. Si con esfera corregimos la focal más potente (ES= -2,00) luego tenemos que añadir un cilindro positivo con el eje a 90 grados (así estamos sumando potencia al meridiano horizontal @180 grados, que es el menos potente).
-2,00 (+4,00) x 90.

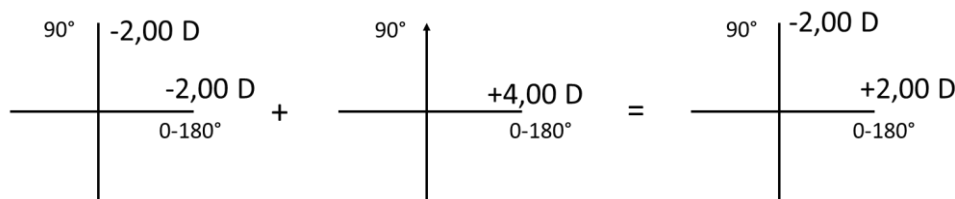
Estas dos notaciones son traspuestas una de la otra.

Cruz óptica de las dos notaciones traspuestas:

+2,00 (-4,00) x 180°



-2,00 (+4,00) x 90°



MISMO RESULTADO.

Meridiano más potente @90 grados -> astigmatismo **directo**

RESUMEN Y NOTAS FINALES:

El astigmatismo ocular presenta dos meridianos con diferentes potencias, forma dos focales distintas, entre las cuales (a media distancia) se encuentra el círculo de mínima confusión.

Se compensa con lentes cilíndricas. Tipos: planocilíndrica, esferocilíndrica, tórica, bicilíndrica.

Una lente planocilíndrica tiene:

1. Un eje.
2. Un meridiano de potencia.
3. La línea focal que se forma es paralela al eje, aunque la potencia está en el contraeje (meridiano perpendicular al eje).

Una lente esferocilíndrica es el resultado de la combinación de una lente esférica + un cilindro.

Los astigmatismos pueden ser regulares o irregulares. Los astigmatismos regulares tienen sus meridianos principales separados 90 grados. Según la posición de las focales, pueden ser simples, compuestos o mixto.

- En los astigmatismos directos, el meridiano ocular más potente es el vertical. El eje (**en cilindro negativo**) es $0-180 \pm 30$.
- En los astigmatismos inversos, el meridiano ocular más potente o curvo es el horizontal. El eje (**en cilindro negativo**) es 90 ± 30 .
- En los astigmatismos oblicuos, el meridiano más potente o curvo es oblicuo. El eje (**en cilindro negativo**) va de 30 a 60 grados o de 120 a 150.

NOTA: Que un meridiano ocular sea el **más potente**, significa que necesita la **corrección más negativa o menos positiva**, ya que la focal que forma el meridiano más potente es la más adelantada. La cruz óptica representa la potencia correctora en cada meridiano.

El test horario localiza la focal más próxima a retina. Asumiendo que esta focal es la más atrasada (si el paciente está miopizado), la regla del 30 calcula el eje del cilindro tentativo para la corrección en cilindro negativo, que se afina después mediante los cilindros cruzados de Jackson.