



instituto de
telecomunicações



Câmara Anecoica DETI – IT

Laboratório de Radiofrequência
2013

<http://labrf.av.it.pt>
hmostardinha@av.it.pt

José rocha Pereira
Hugo Mostardinha

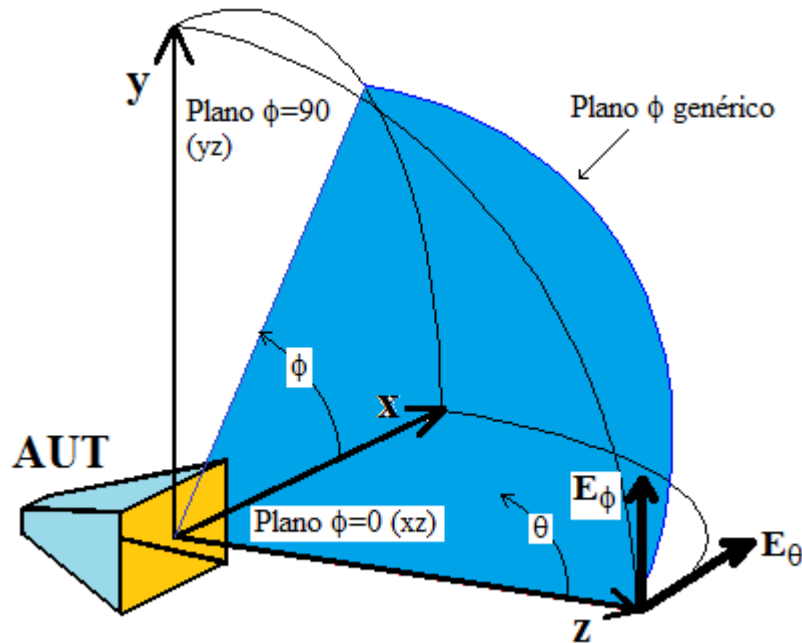
Simulação do Processo de Medida na Câmara

Esta apresentação tem por objetivo ilustrar como o sistema da câmara funciona e como se move a antena nele instalada.

Também se pretende mostrar como são realizados os dois processos normais de medida dum antena.

(Esta apresentação é automática)

Simulação do Processo de Medida na Câmara



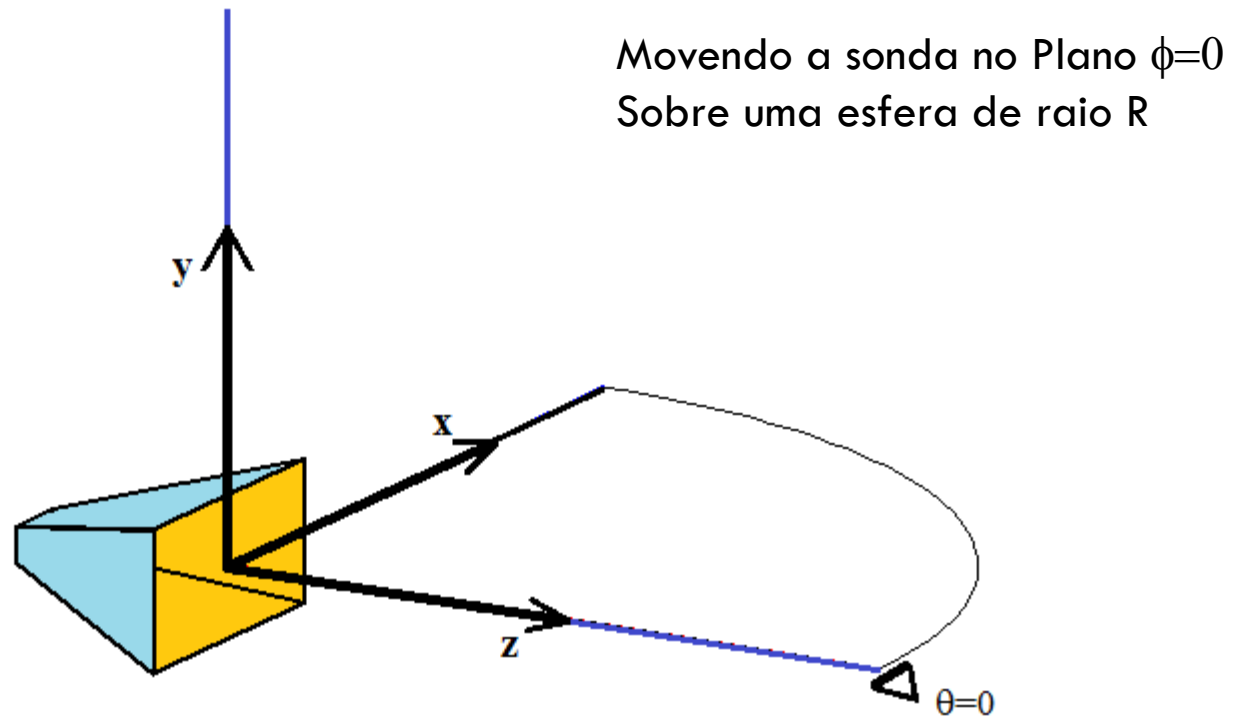
Todas as medidas são referidas ao Sistema de Coordenadas Esférico, representado na figura ao lado.

O sistema de eixos é solidário com a antena em teste (*Antenna Under Test*) (AUT).

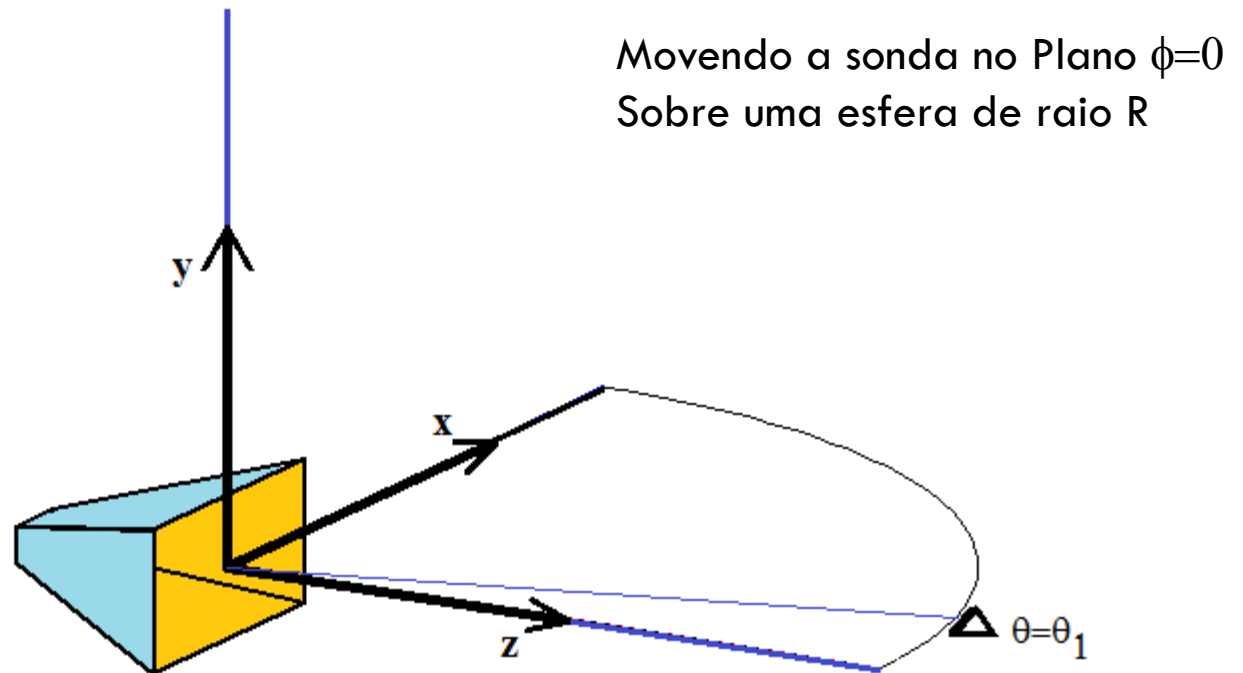
Simulação do Processo de Medida na Câmara

- Consideremos que a AUT está a emitir.
- O diagrama de radiação da antena é o registo da densidade de potência radiada em função da direção.
- Então para obter o diagrama poderemos mover uma sonda sobre uma esfera de raio constante, para que todas as medidas sejam feitas à mesma distância, sendo portanto apenas dependentes da direção (θ, ϕ) .
- Este processo está ilustrado nos slides seguintes.

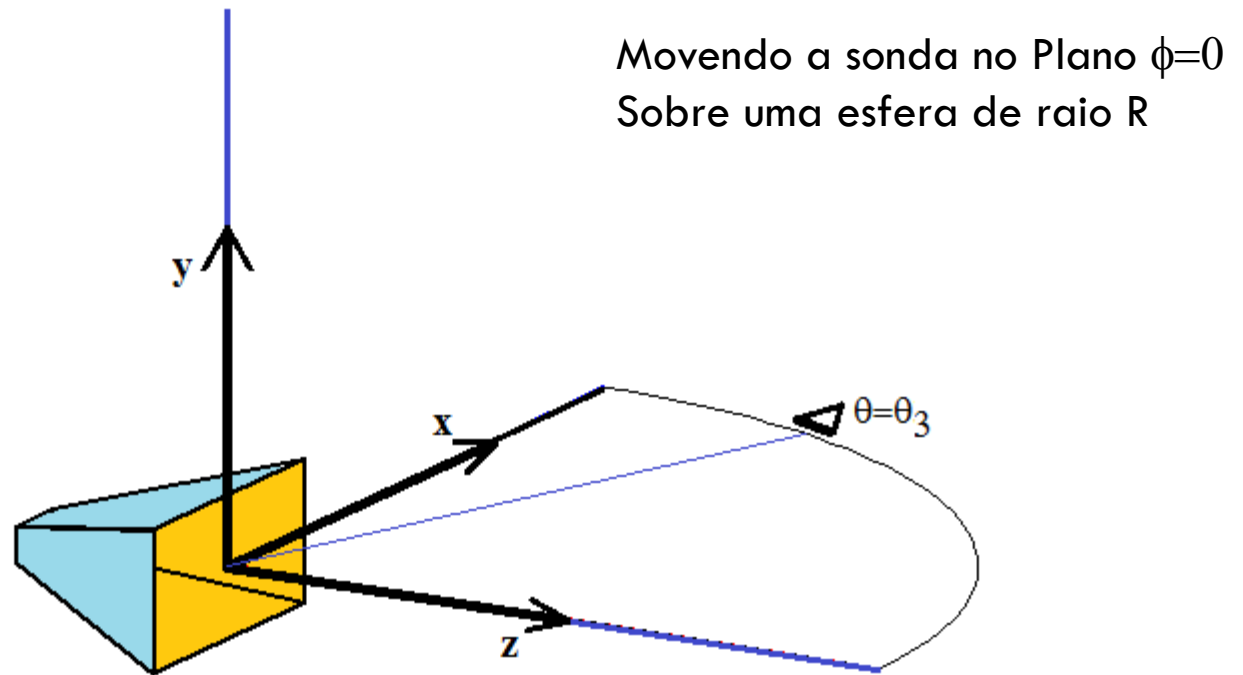
Simulação do Processo de Medida na Câmara



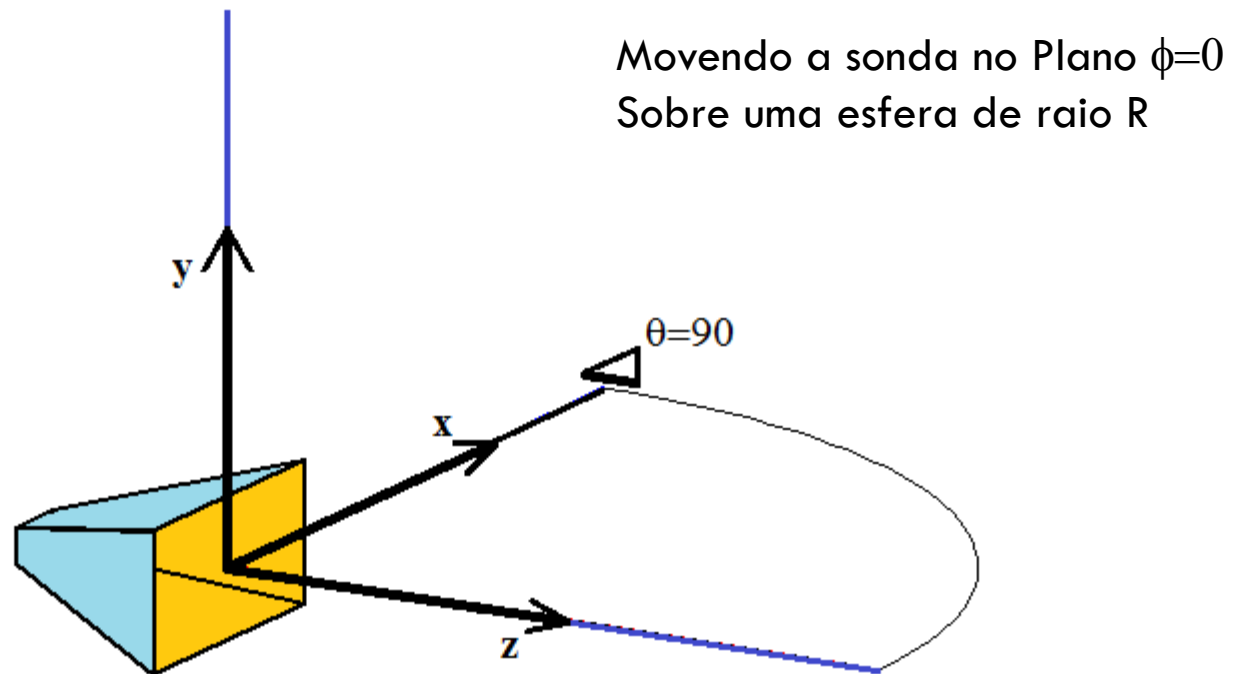
Simulação do Processo de Medida na Câmara



Simulação do Processo de Medida na Câmara

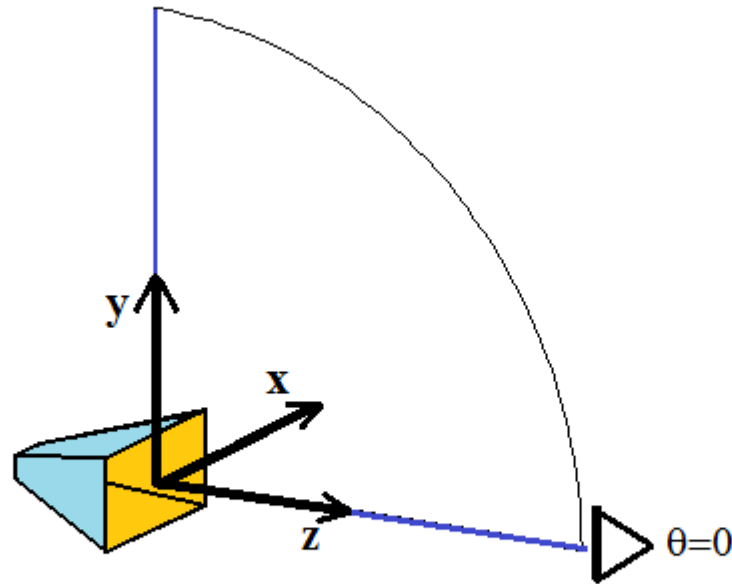


Simulação do Processo de Medida na Câmara



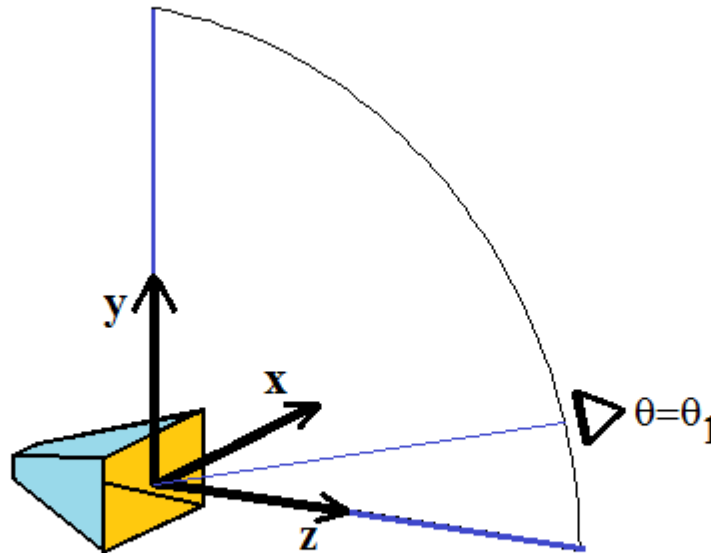
Simulação do Processo de Medida na Câmara

Movendo a sonda no Plano $\phi=90$
Sobre uma esfera de raio R



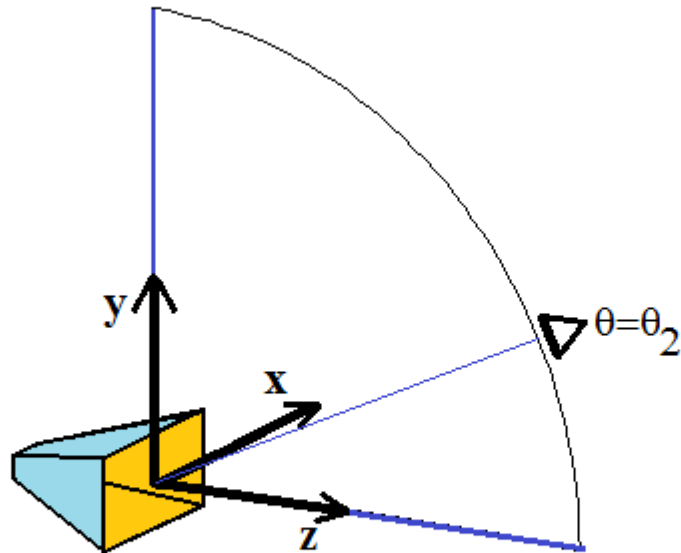
Simulação do Processo de Medida na Câmara

Movendo a sonda no Plano $\phi=90$
Sobre uma esfera de raio R



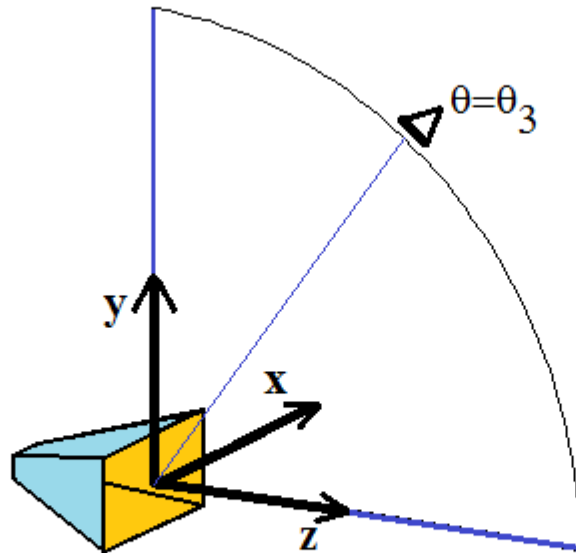
Simulação do Processo de Medida na Câmara

Movendo a sonda no Plano $\phi=90$
Sobre uma esfera de raio R



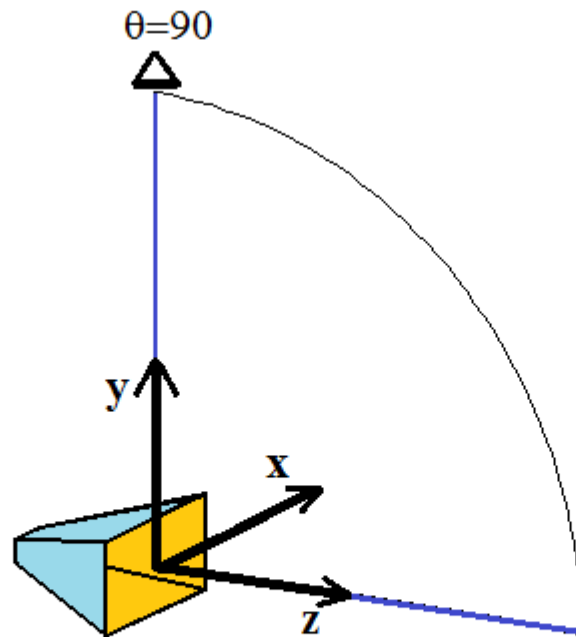
Simulação do Processo de Medida na Câmara

Movendo a sonda no Plano $\phi=90$
Sobre uma esfera de raio R



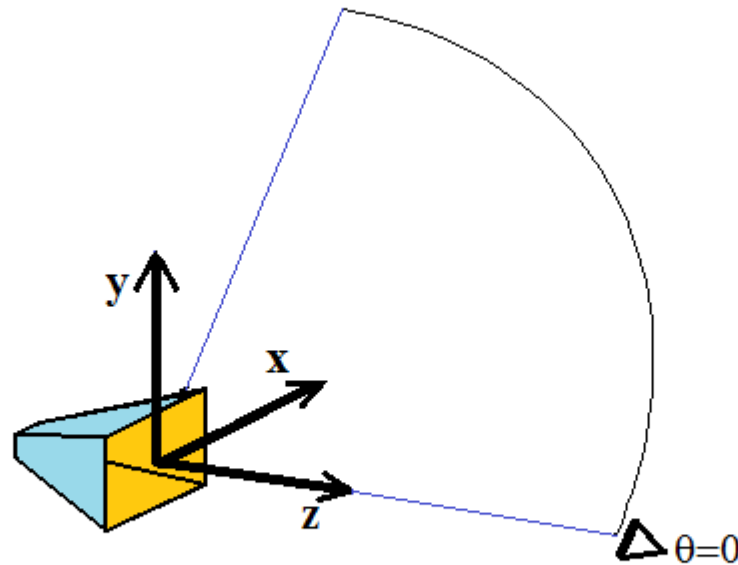
Simulação do Processo de Medida na Câmara

Movendo a sonda no Plano $\phi=90$
Sobre uma esfera de raio R



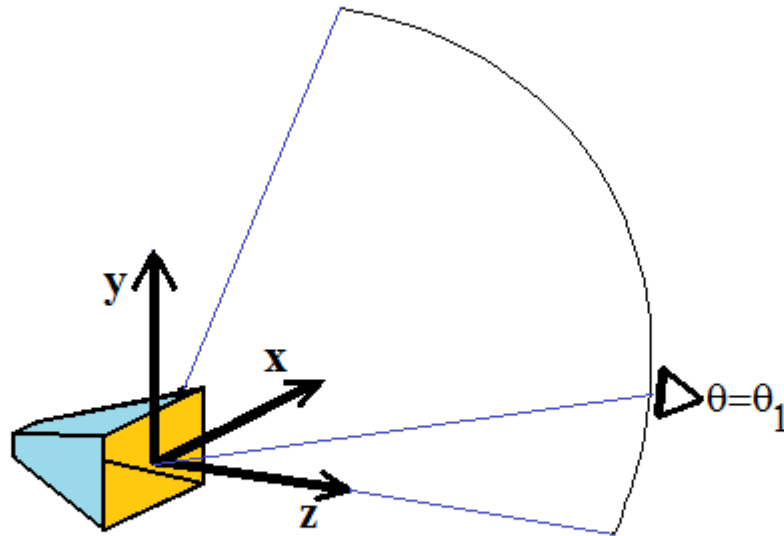
Simulação do Processo de Medida na Câmara

Movendo a sonda no Plano $\phi=45$
Sobre uma esfera de raio R



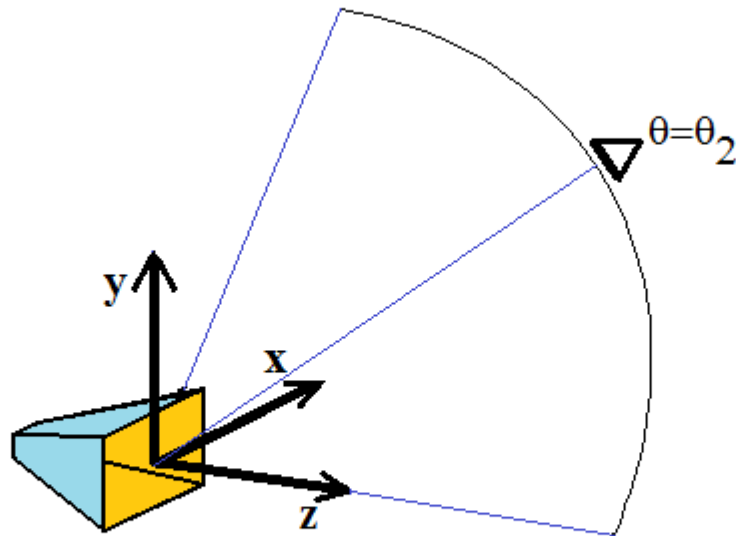
Simulação do Processo de Medida na Câmara

Movendo a sonda no Plano $\phi=45$
Sobre uma esfera de raio R



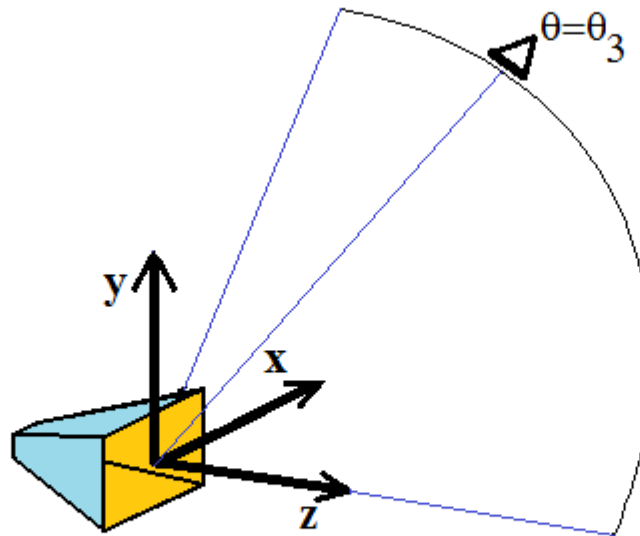
Simulação do Processo de Medida na Câmara

Movendo a sonda no Plano $\phi=45$
Sobre uma esfera de raio R



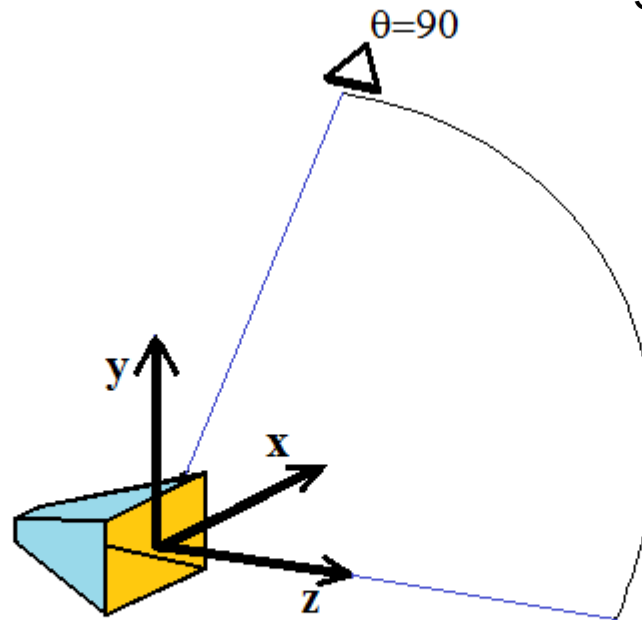
Simulação do Processo de Medida na Câmara

Movendo a sonda no Plano $\phi=45$
Sobre uma esfera de raio R



Simulação do Processo de Medida na Câmara

Movendo a sonda no Plano $\phi=45$
Sobre uma esfera de raio R

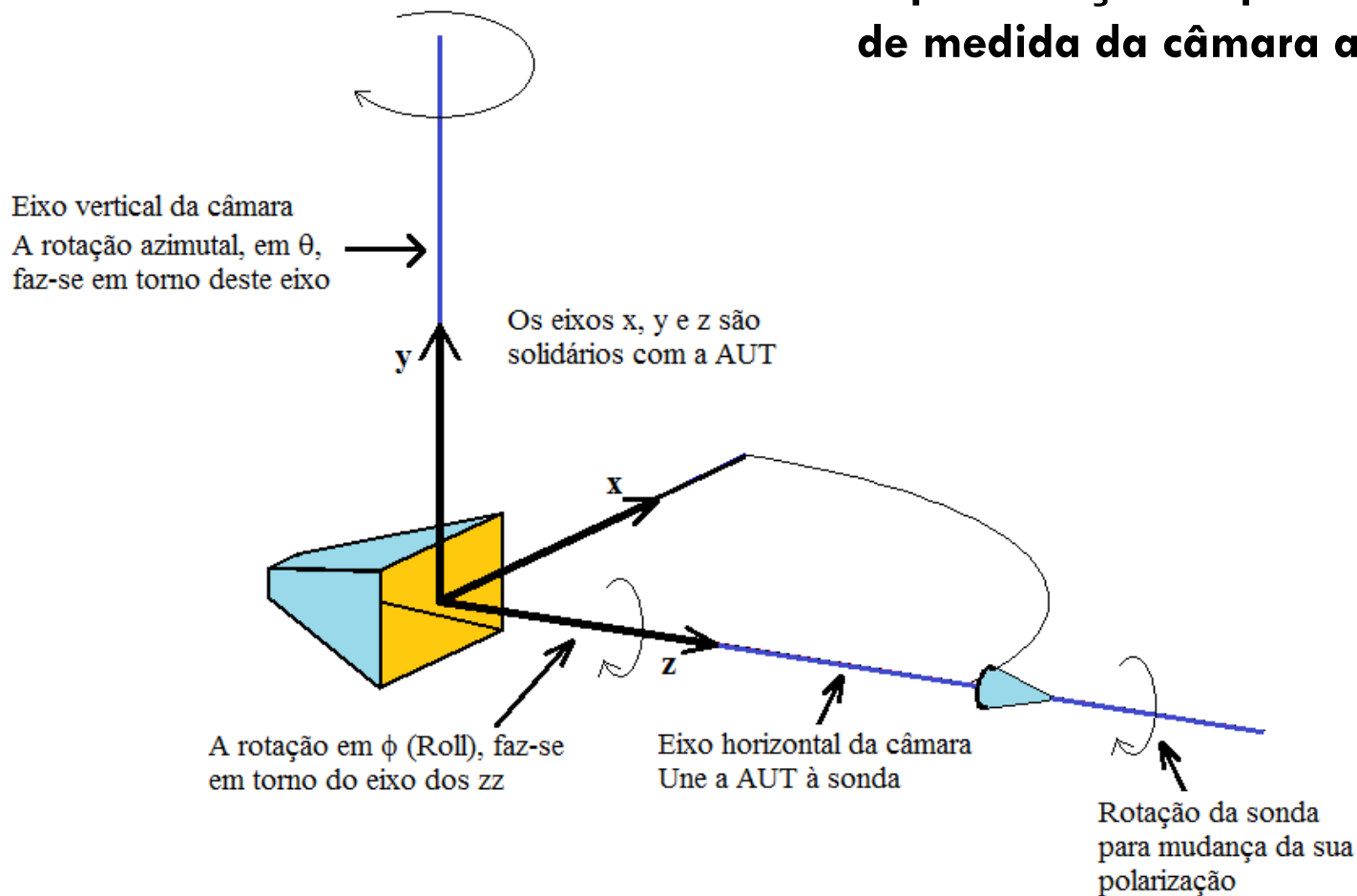


Simulação do Processo de Medida na Câmara

- O processo ilustrado nos slides anteriores implicaria a movimentação duma sonda sobre uma esfera com um raio R que poderá ser de muitos metros.
- **Como é evidente isto é impraticável.**
- No entanto, é possível obter os mesmos resultados, mantendo a sonda fixa e movendo a AUT de forma apropriada através de movimentos de rotação em torno de dois eixos.
- Este processo está ilustrado no slide seguinte.

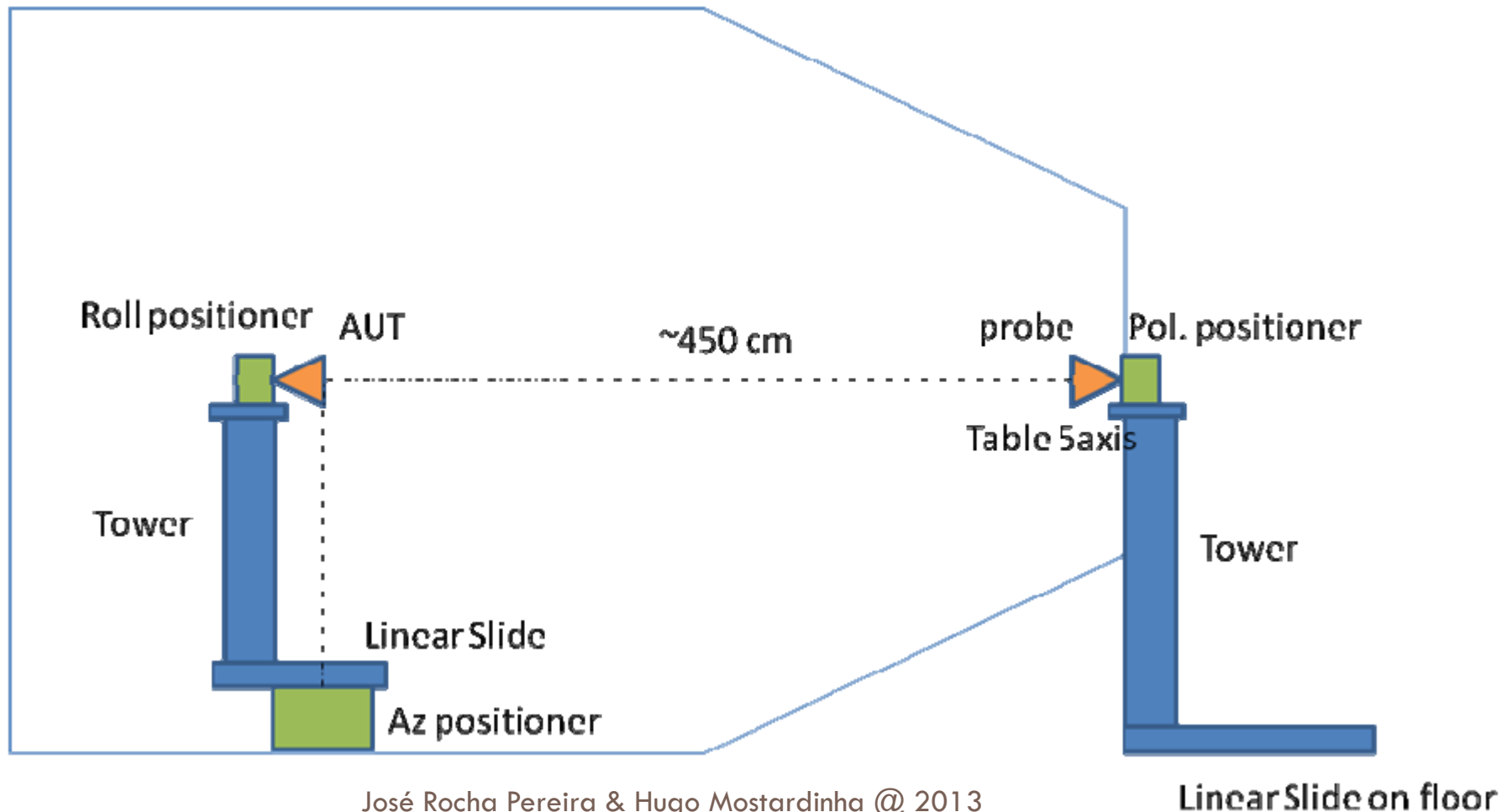
Simulação do Processo de Medida na Câmara

Representação esquemática do sistema de medida da câmara anecoica



Simulação do Processo de Medida na Câmara

Sistema de medida da câmara anecoica



Simulação do Processo de Medida na Câmara

□ **Posicionador da sonda de medida**

Este posicionador é composto por uma torre, que se pode deslocar linearmente sobre uma estrutura presa ao chão, na qual está montado um posicionador rotativo para rodar a sonda em polarização. Este posicionador pode suportar um peso vertical de 50kg e um momento de 25kgm. A folga é menor do que 2' e a resolução angular é de 0.01° .

Simulação do Processo de Medida na Câmara

- **Posicionador da antena a medir (AUT)**
- **Posicionador rotativo em azimute (ângulos θ)**

Este posicionador pode suportar um peso vertical de 1300kg e um momento de 400kgm. A folga é menor do que 2' e a resolução angular é de 0.01° . Presa a este posicionador está fixada uma estrutura que se pode deslocar linearmente. Sobre esta estrutura está fixada uma torre no topo da qual está montado um posicionador rotativo para rodar a AUT em φ .

Simulação do Processo de Medida na Câmara

□ **Posicionador rotativo em Roll (ângulos φ)**

Este posicionador pode suportar um peso vertical de 100kg e um momento de 40kgm. A folga é menor do que 2' e a resolução angular é de 0.01° .

Todos os posicionadores rotativos estão equipados com juntas rotativas de RF especificadas até 20GHz e *optical encoders* para o posicionamento angular.

Por omissão, as posições iniciais são as seguintes:

- $\theta=0^\circ$, eixo dos z alinhado com o eixo da câmara.
- $\phi=0^\circ$, plano xz, (plano $\phi=0$) na posição horizontal.
- Polarização da sonda horizontal. (Ângulo= 0°).

Simulação do Processo de Medida na Câmara

□ **Sistema de RF**

Os equipamentos estão interligados por cabos semirrígidos e flexíveis com conectores SMA.

Os sinais são medidos por um VNA da R&S.

□ **Software de comando e processamento**

Todo o processo de posicionamento e aquisição é comandado por um software específico correndo em Windows.

Este mesmo software realiza as transformações de campo próximo/campo distante e armazena todos os dados e apresenta os diversos resultados.

Simulação do Processo de Medida na Câmara

□ Usando o sistema Instalado na câmara

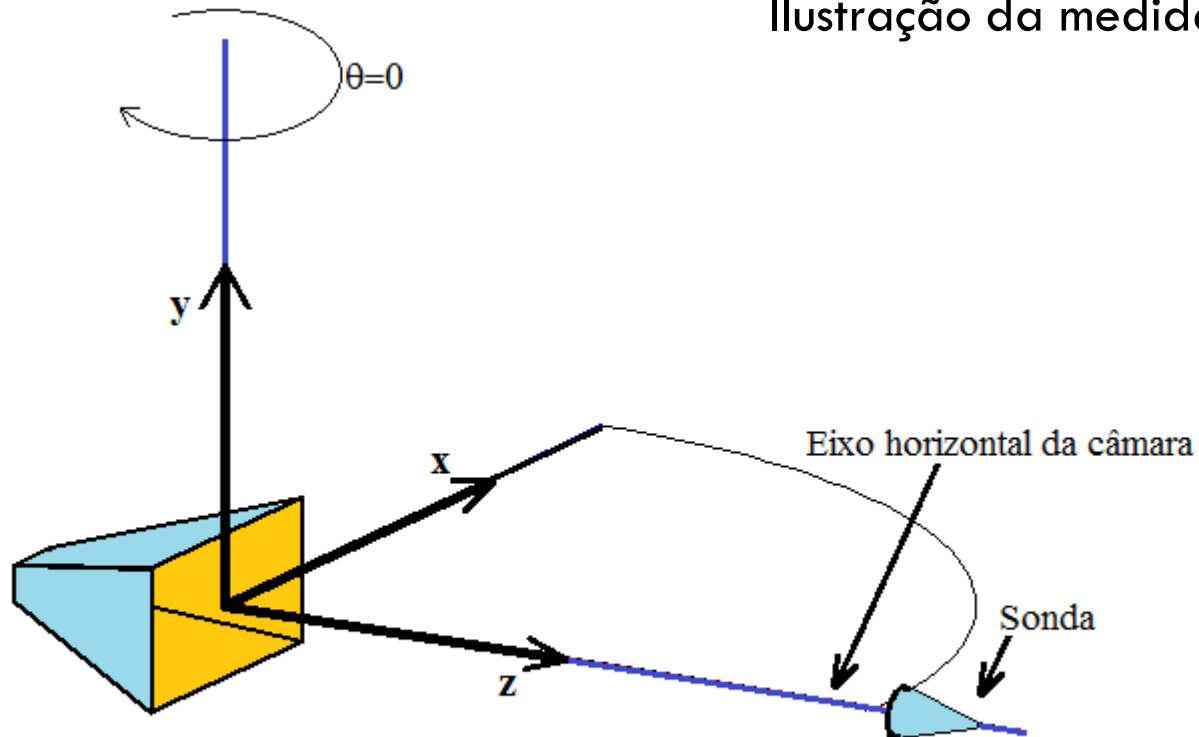
Suponhamos que se pretende medir o diagrama no plano (xz), plano $\phi=0^\circ$.

1. Deve-se colocar o eixo dos z alinhado com o eixo da câmara, $\theta=0^\circ$.
2. Deve-se colocar o plano xz (plano $\phi=0$) horizontal
3. Fazer um varrimento em θ com um incremento apropriado

Esta medida está esquematicamente ilustrada nos slides seguintes

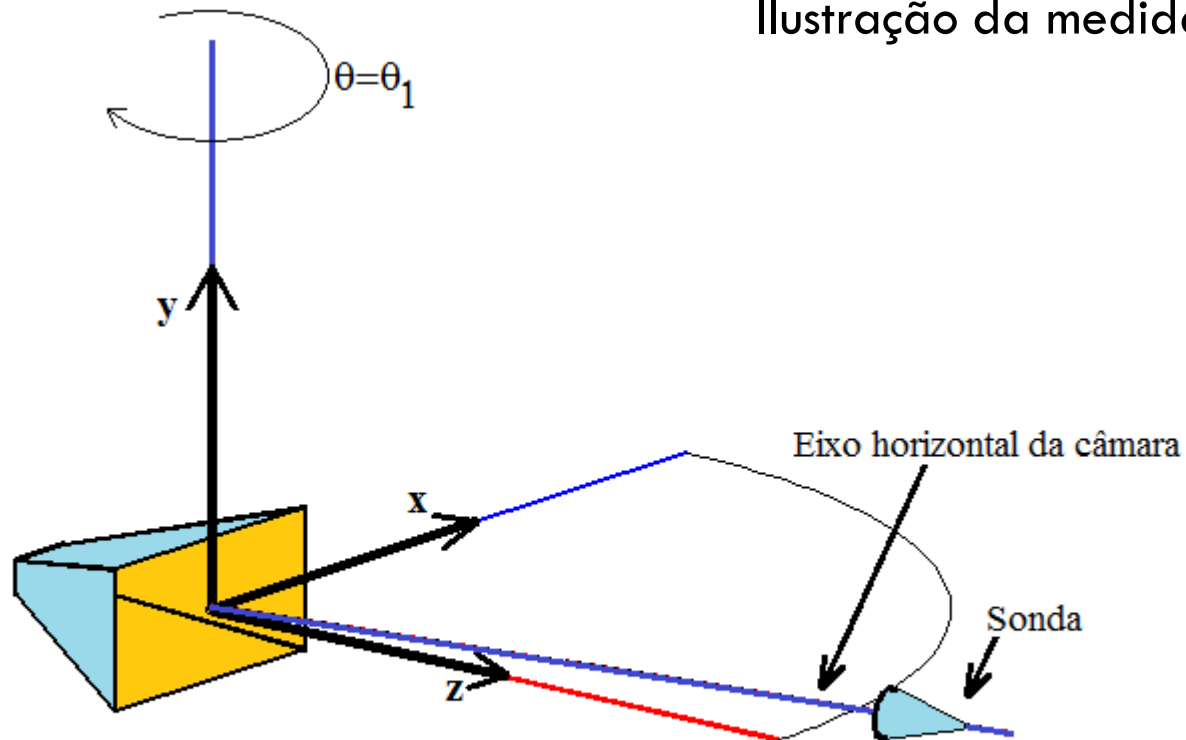
Simulação do Processo de Medida na Câmara

Ilustração da medida no plano $\phi=0$



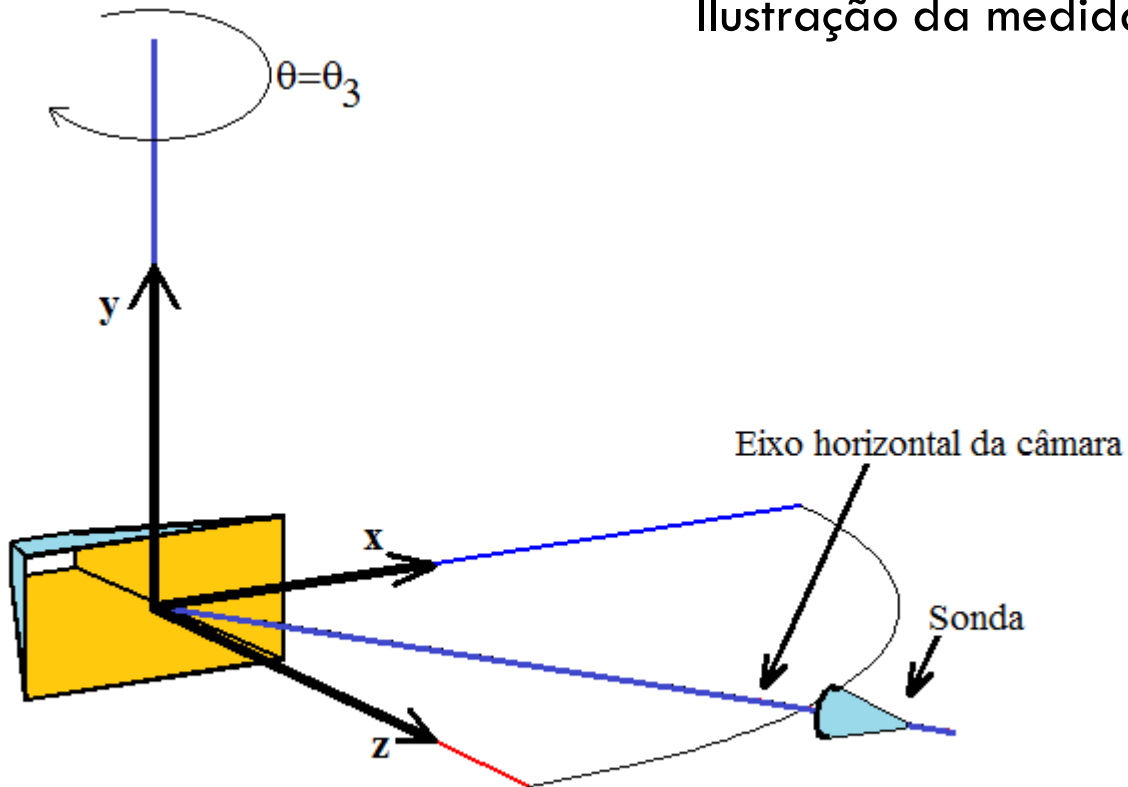
Simulação do Processo de Medida na Câmara

Ilustração da medida no plano $\phi=0$



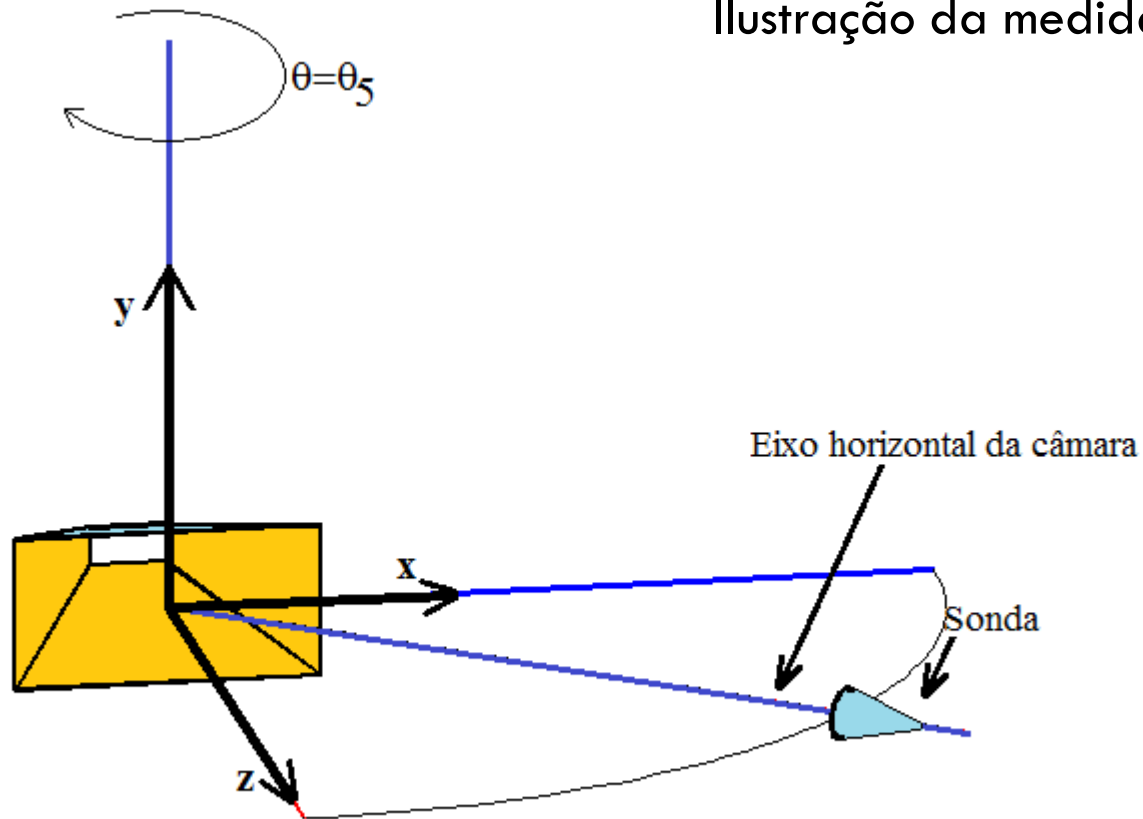
Simulação do Processo de Medida na Câmara

Ilustração da medida no plano $\phi=0$



Simulação do Processo de Medida na Câmara

Ilustração da medida no plano $\phi=0$



Simulação do Processo de Medida na Câmara

□ Usando o sistema montado na câmara

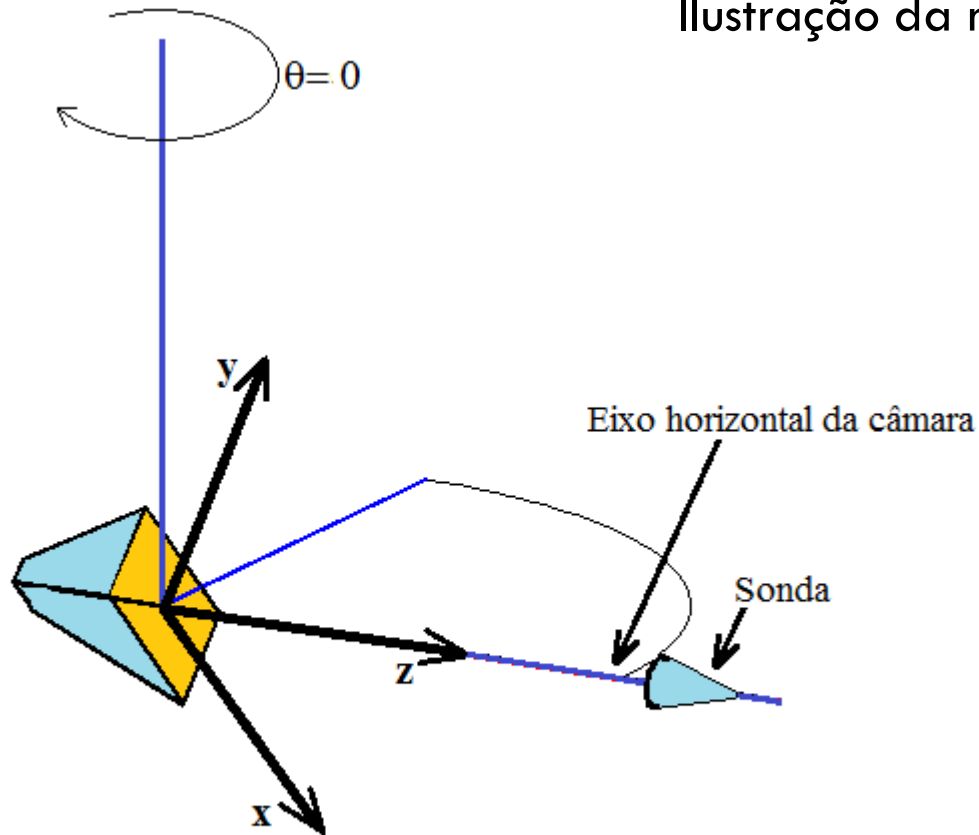
Suponhamos que se pretende medir o diagrama no plano $\phi=45^\circ$.

1. Deve-se colocar o eixo dos z alinhado com o eixo da câmara, $\theta=0^\circ$.
2. Deve-se colocar o plano $\phi=45$ horizontal
3. Fazer um varrimento em θ com um incremento apropriado

Esta medida está esquematicamente ilustrada nos slides seguintes

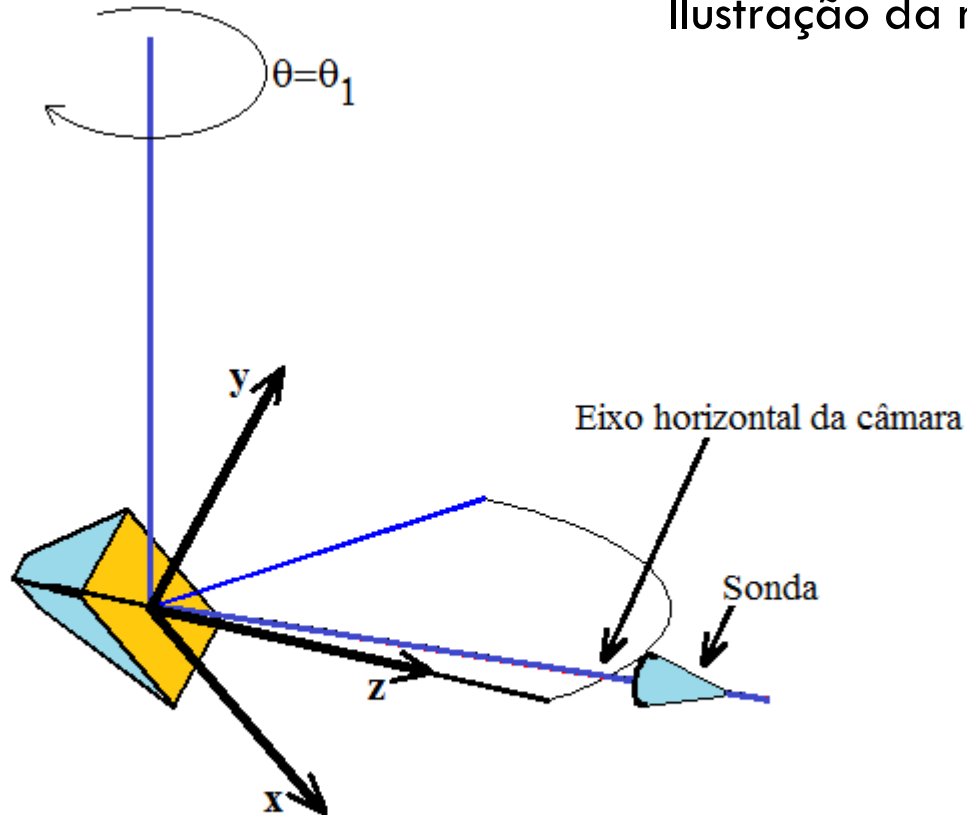
Simulação do Processo de Medida na Câmara

Ilustração da medida no plano $\phi=45$



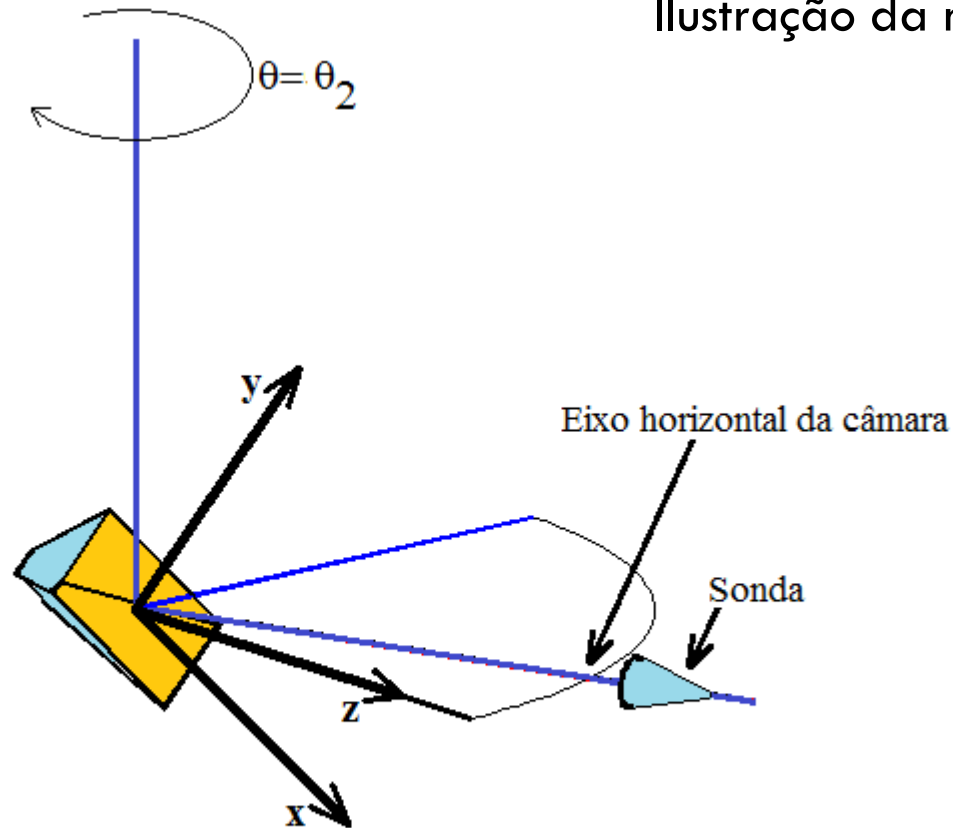
Simulação do Processo de Medida na Câmara

Ilustração da medida no plano $\phi=45$



Simulação do Processo de Medida na Câmara

Ilustração da medida no plano $\phi=45$



Simulação do Processo de Medida na Câmara

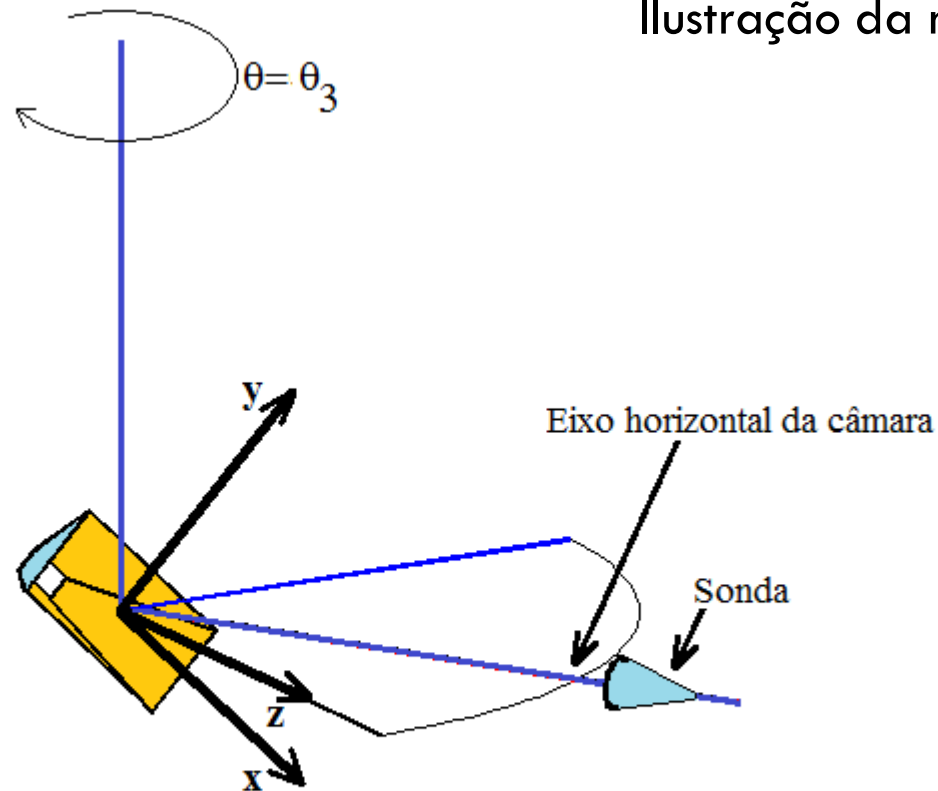
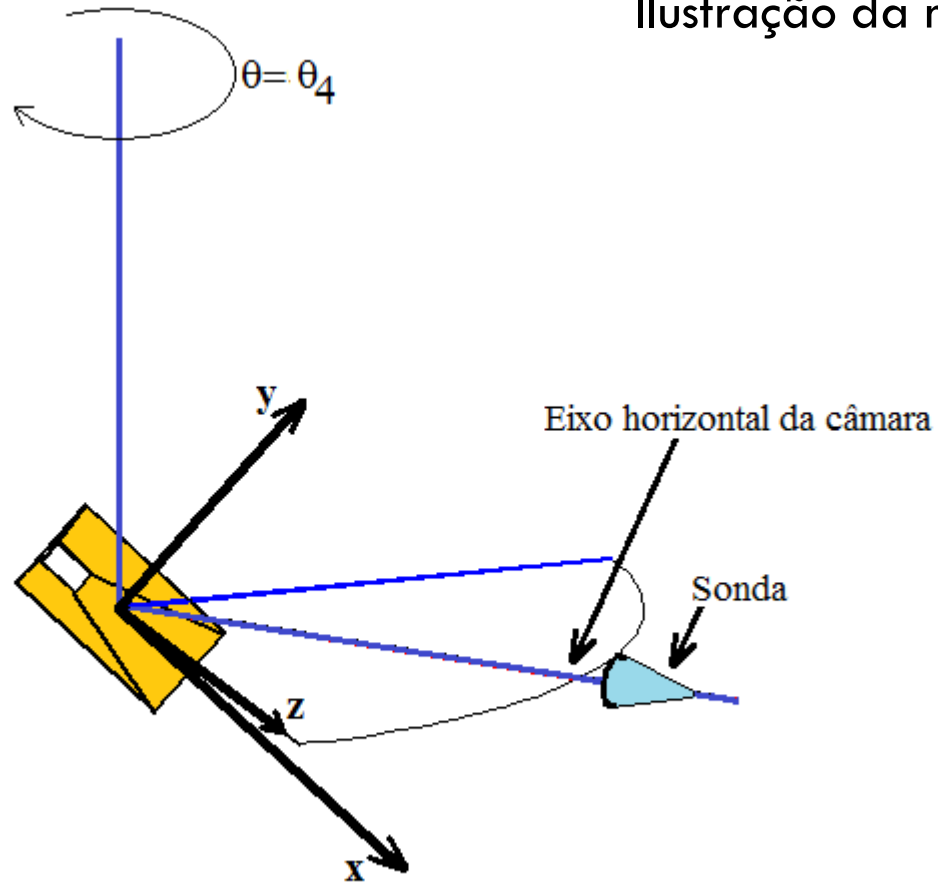


Ilustração da medida no plano $\phi=45$

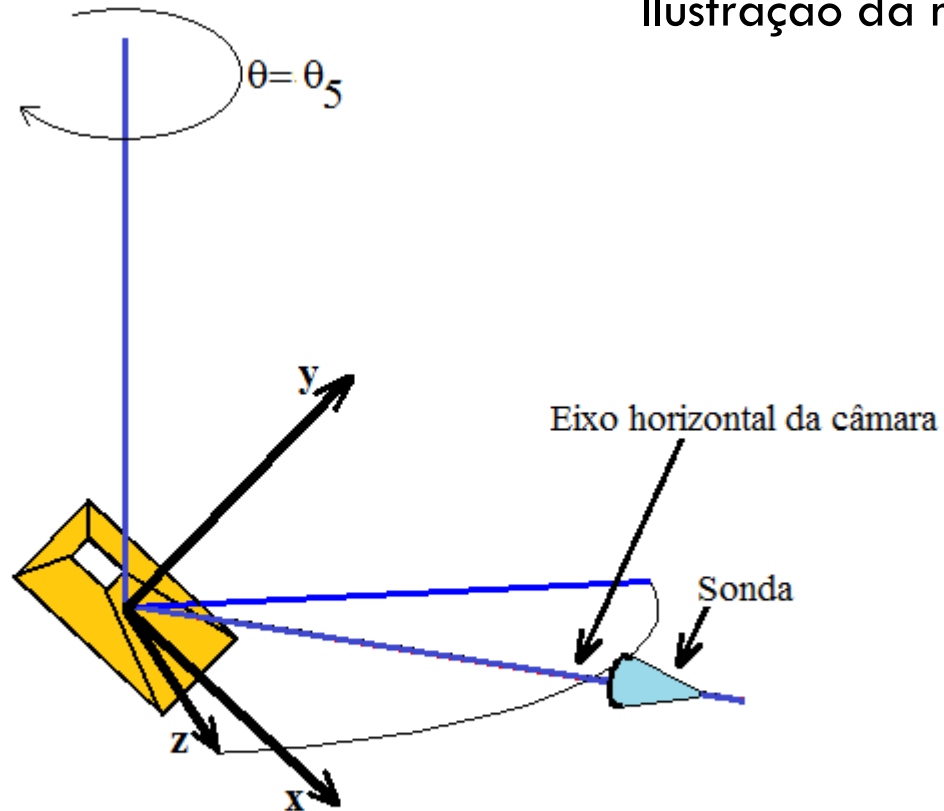
Simulação do Processo de Medida na Câmara

Ilustração da medida no plano $\phi=45$



Simulação do Processo de Medida na Câmara

Ilustração da medida no plano $\phi=45$



Simulação do Processo de Medida na Câmara

□ Usando o sistema montado na câmara

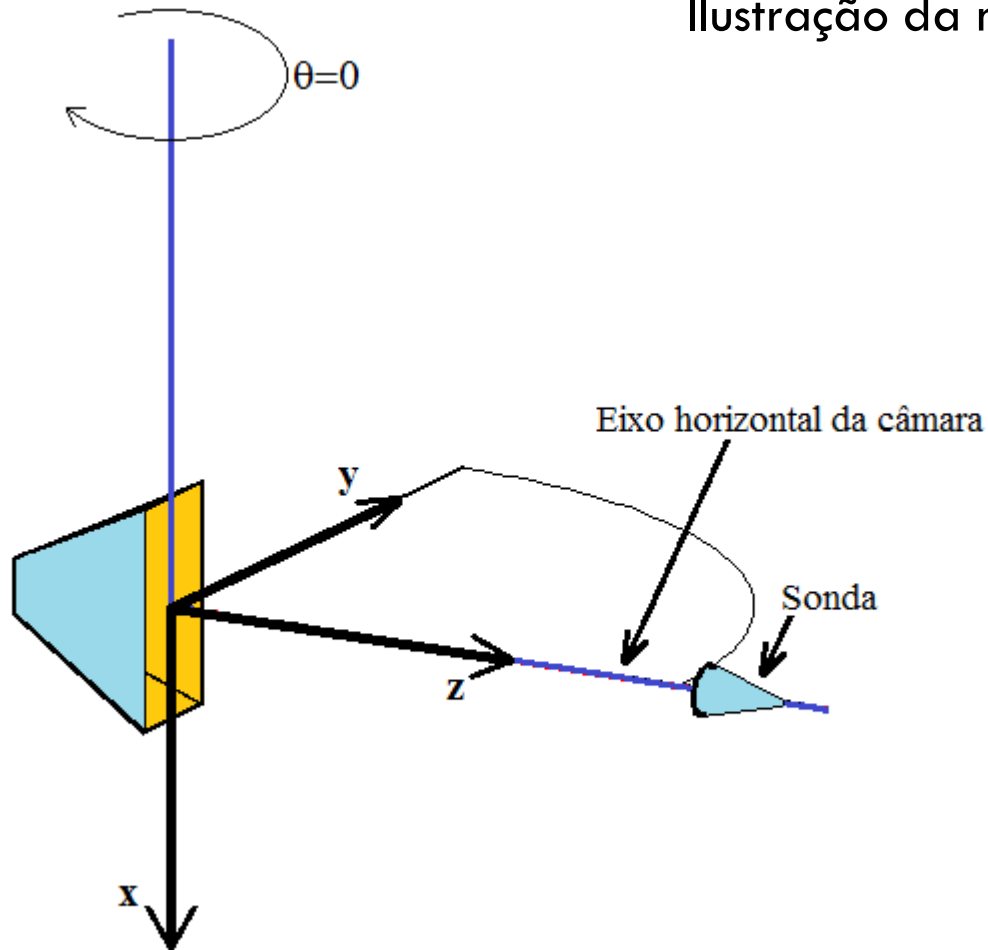
Suponhamos que se pretende medir o diagrama no plano (yz) , plano $\phi=90^\circ$.

1. Deve-se colocar o eixo dos z alinhado com o eixo da câmara, $\theta=0^\circ$.
2. Deve-se colocar o plano yz (plano $\phi=90$) horizontal
3. Fazer um varrimento em θ com um incremento apropriado

Esta medida está esquematicamente ilustrada nos slides seguintes

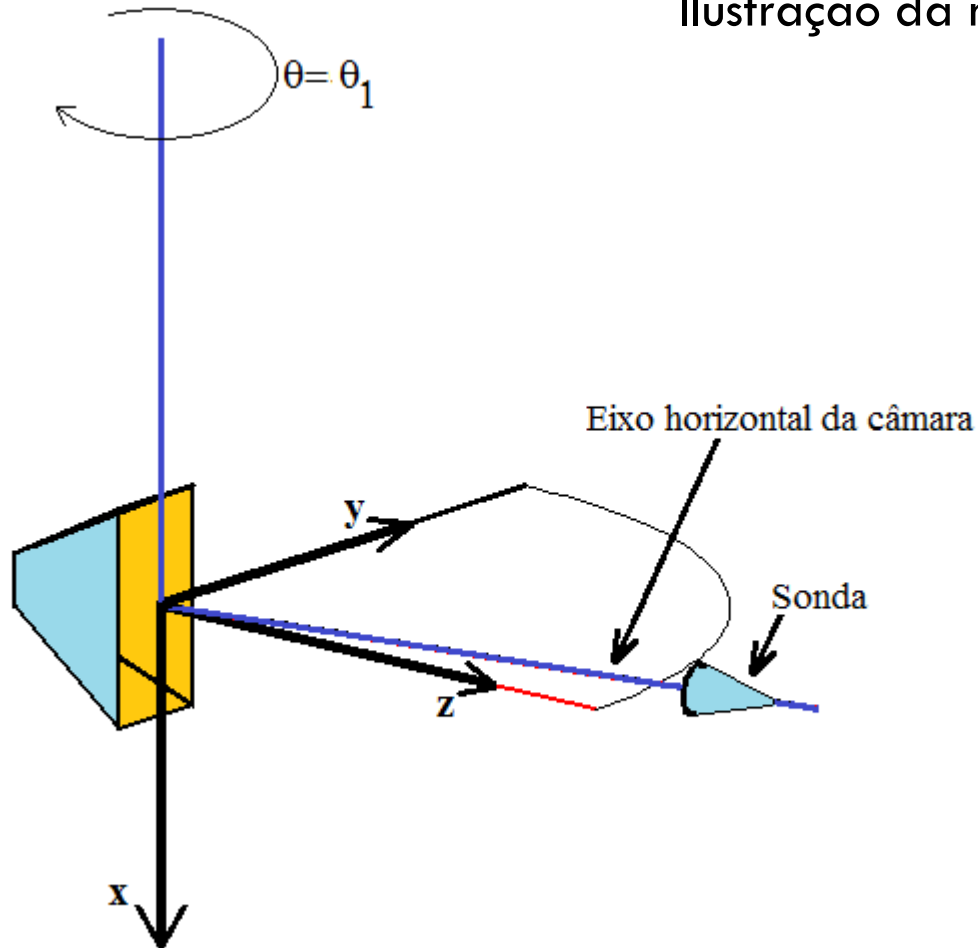
Simulação do Processo de Medida na Câmara

Ilustração da medida no plano $\phi=90$



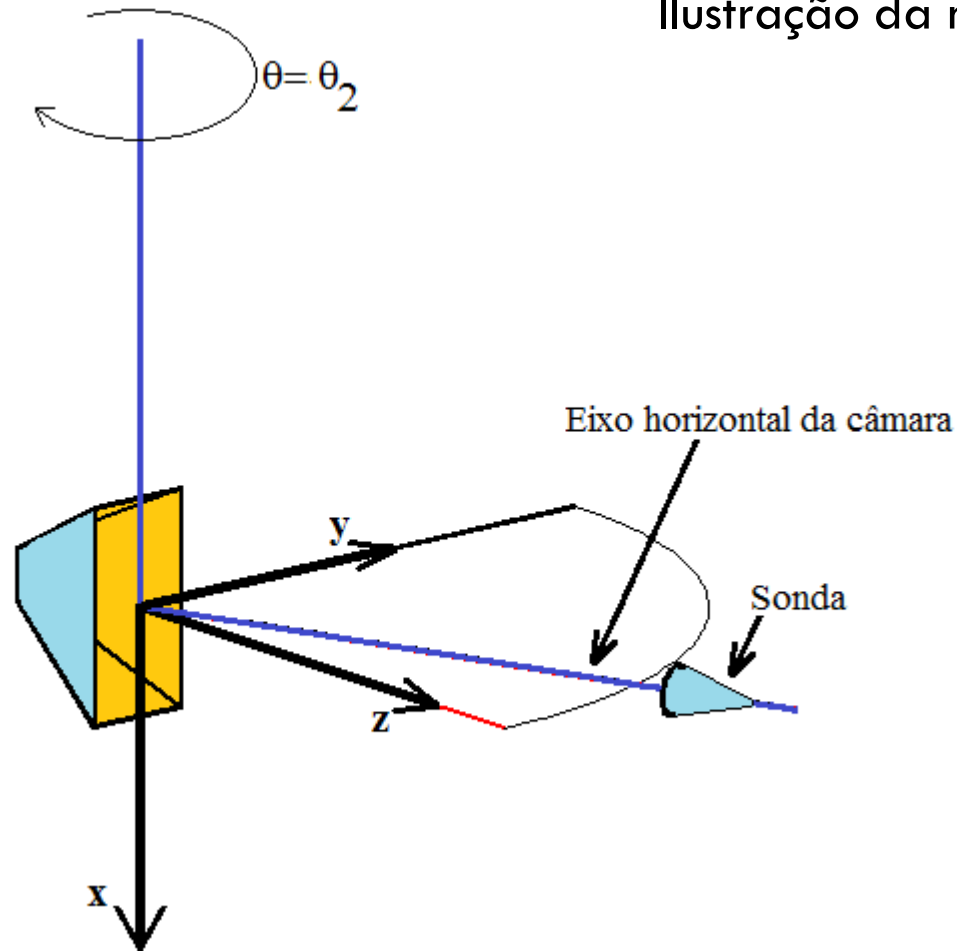
Simulação do Processo de Medida na Câmara

Ilustração da medida no plano $\phi=90$



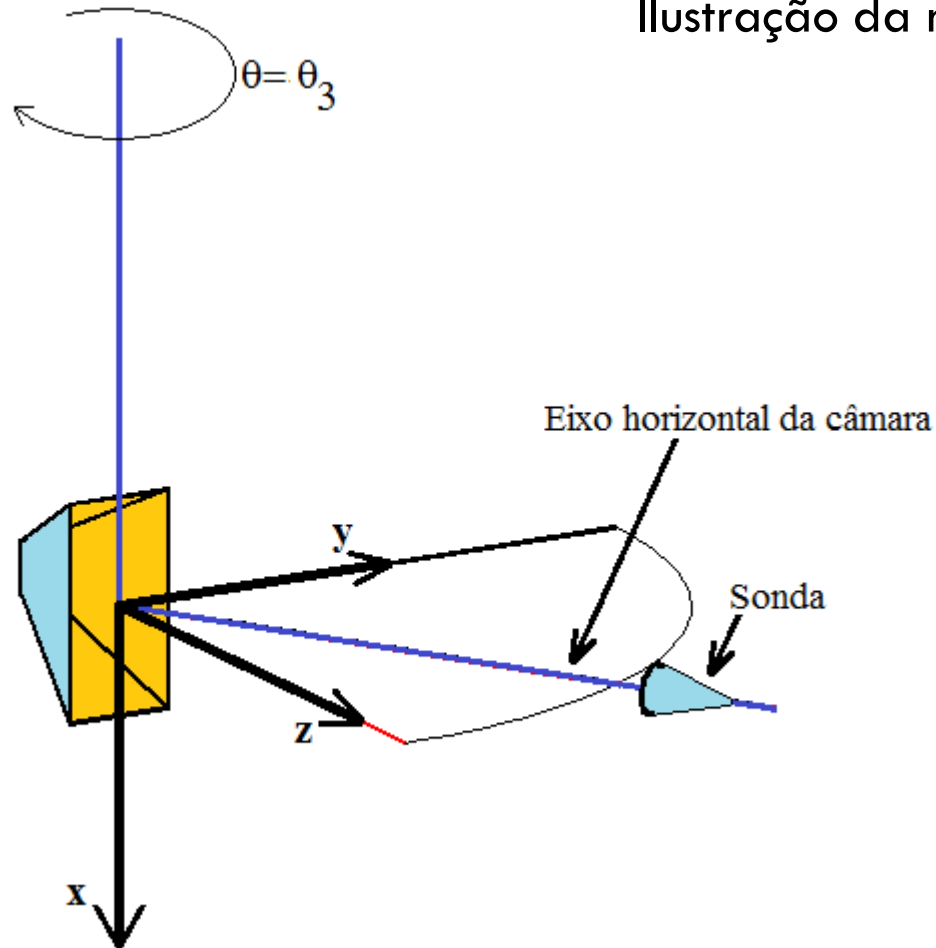
Simulação do Processo de Medida na Câmara

Ilustração da medida no plano $\phi=90$



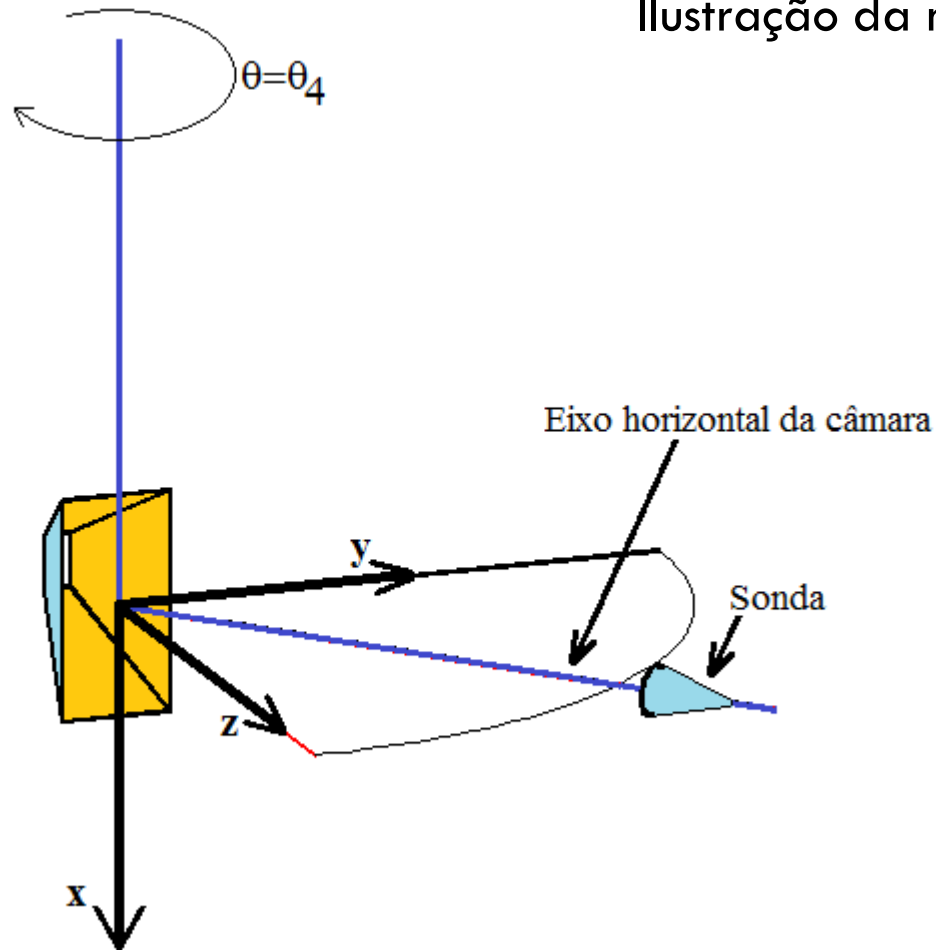
Simulação do Processo de Medida na Câmara

Ilustração da medida no plano $\phi=90$



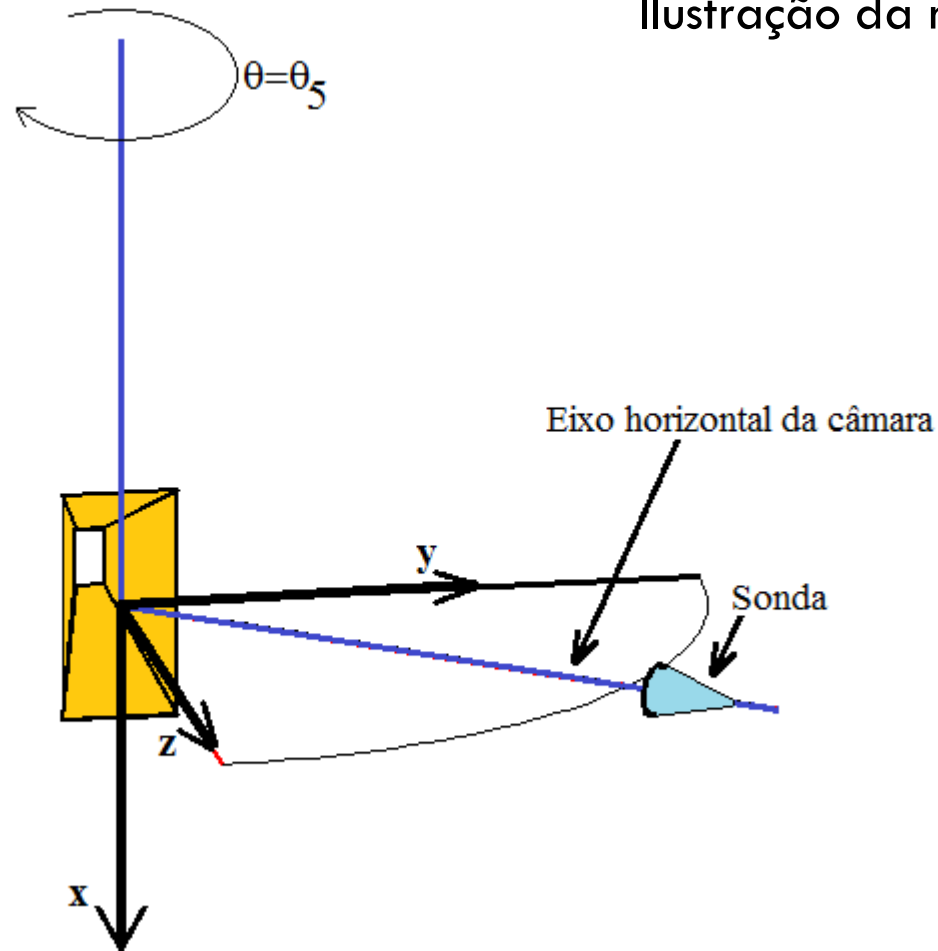
Simulação do Processo de Medida na Câmara

Ilustração da medida no plano $\phi=90$



Simulação do Processo de Medida na Câmara

Ilustração da medida no plano $\phi=90$



Simulação do Processo de Medida na Câmara

Este método de medir é apropriado se forem poucos os planos ϕ que se querem medir. Na maior parte dos casos só se fazem medidas nos planos principais $\phi=0$ e $\phi=90$ e ocasionalmente no plano $\phi=45$.

Estas medidas são feitas uma de cada vez e normalmente para cada plano fazem-se duas medidas, uma com a sonda em polarização horizontal e outra com a sonda em polarização vertical.

Simulação do Processo de Medida na Câmara

Pode-se portanto dizer que neste método se dão saltos (*step*) em ϕ e se fazem varrimentos (*sweep*) em θ .

As medidas ilustradas nos slides anteriores poderiam portanto ser feitas usando os seguintes parâmetros de entrada:

		ANG. I. (°)	ANG. F. (°)	INCRTO. (°)
Salto (Step)	ROLL	0	90	45
		ANG. I. (°)	ANG. F. (°)	INCRTO. (°)
Varrimento (Sweep)	AZM	0	θ_5	θ_{inc}

Simulação do Processo de Medida na Câmara

Há certos tipos de medida de antenas que necessitam que se faça medições em muitos planos ϕ .

O caso mais relevante é o das **medidas em campo próximo**, para posterior transformação para campo distante.

Neste caso, é muito mais eficiente fazer as medições em todos os planos ϕ , para cada posição θ , do que medir um plano ϕ de cada vez.

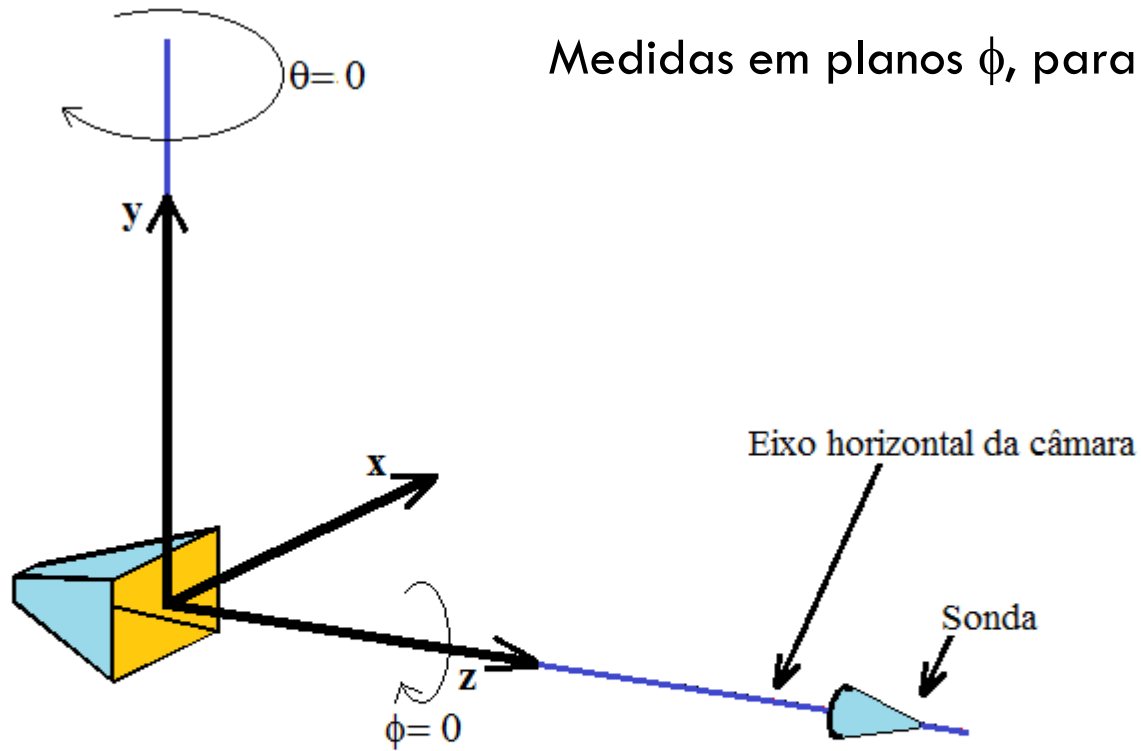
Isso quer portanto dizer que se dão saltos (*step*) em θ e se fazem varrimentos (*sweep*) em ϕ .

Simulação do Processo de Medida na Câmara

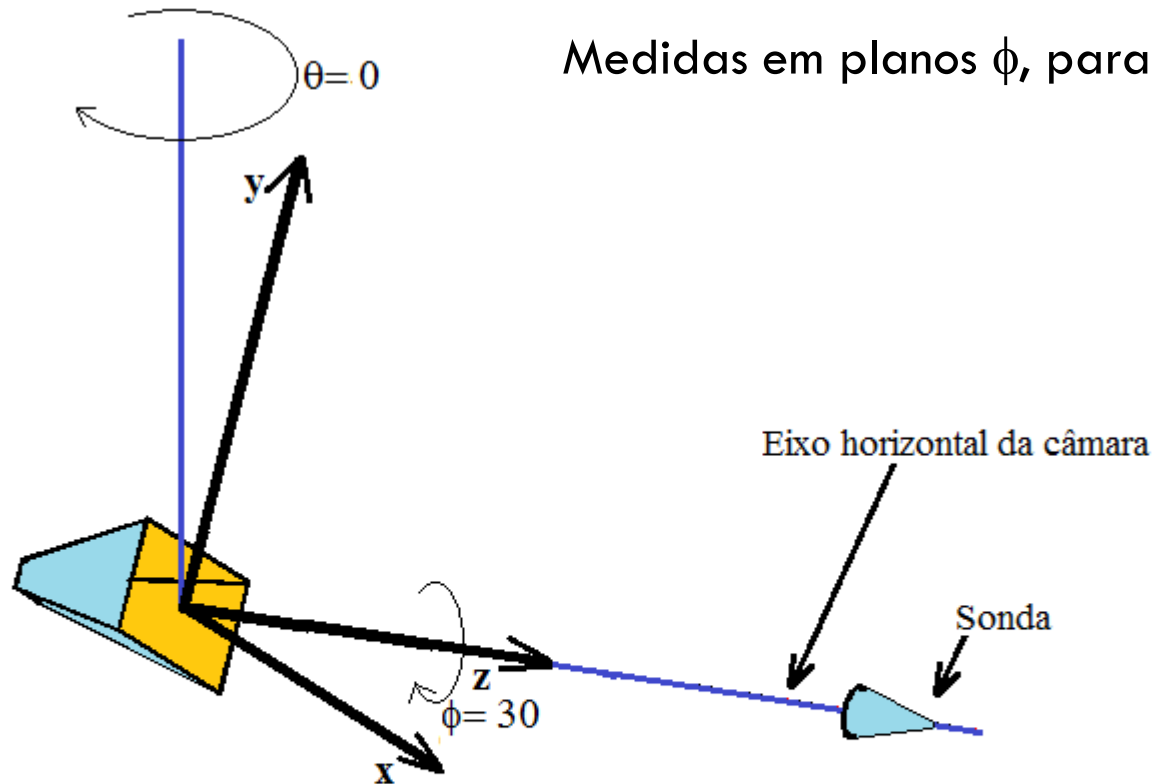
As medidas ilustradas nos slides seguintes ilustram este tipo de medida, usando como parâmetros de entrada os seguintes :

		ANG. I. (°)	ANG. F. (°)	INCRTO. (°)
Salto (Step)	AZM	0	θ_2	θ_{inc}
Varrimento (Sweep)	ROLL	ANG. I. (°) 0	ANG. F. (°) 330	INCRTO. (°) 30

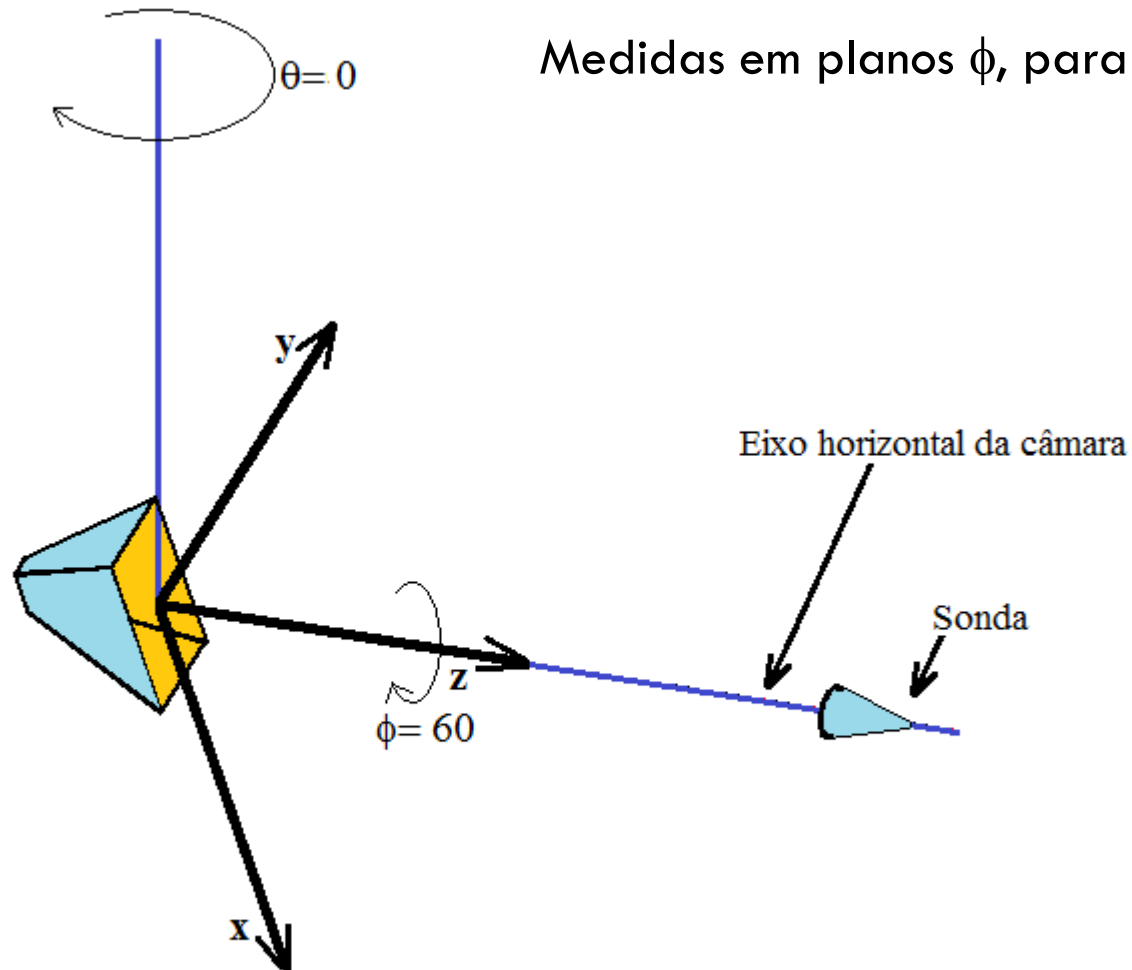
Simulação do Processo de Medida na Câmara



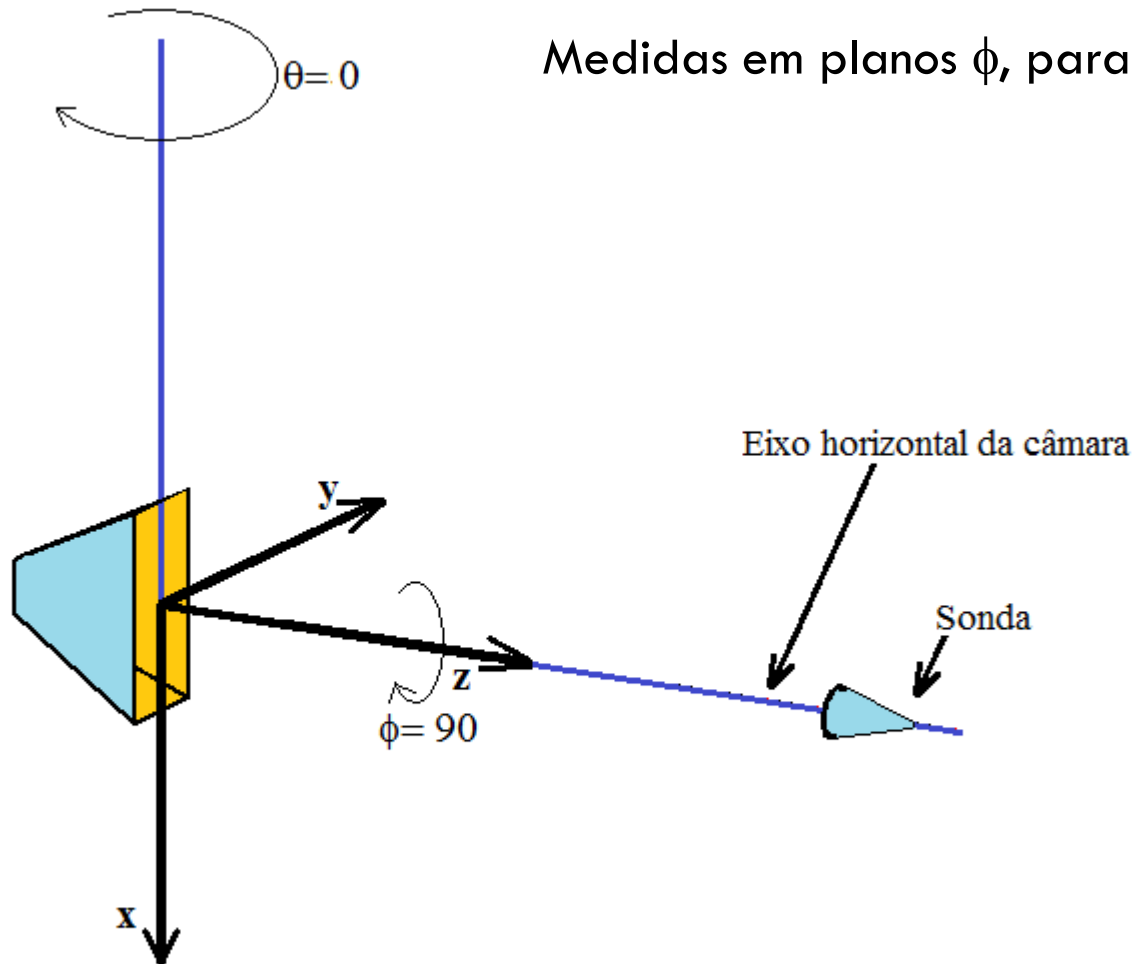
Simulação do Processo de Medida na Câmara



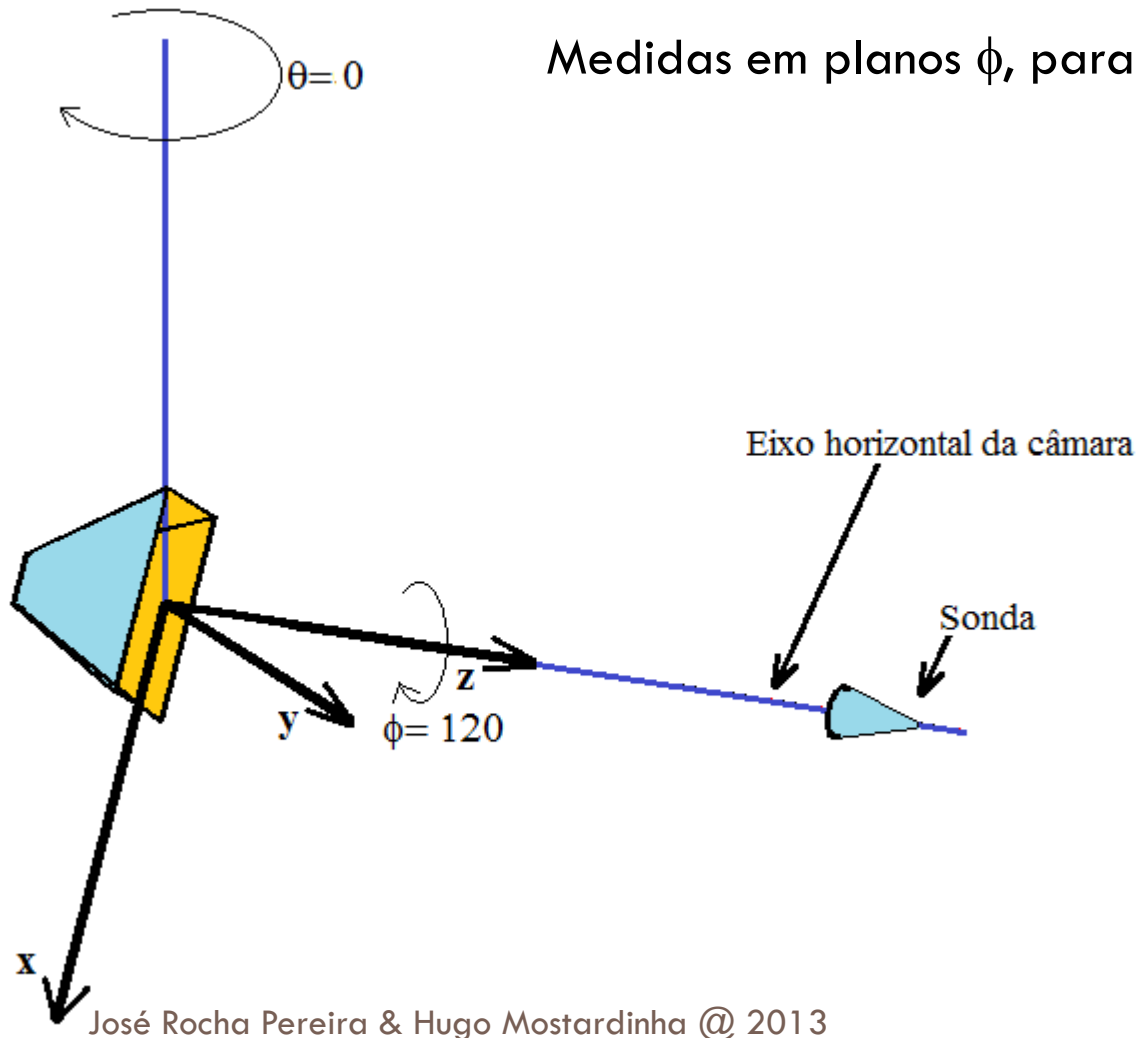
Simulação do Processo de Medida na Câmara



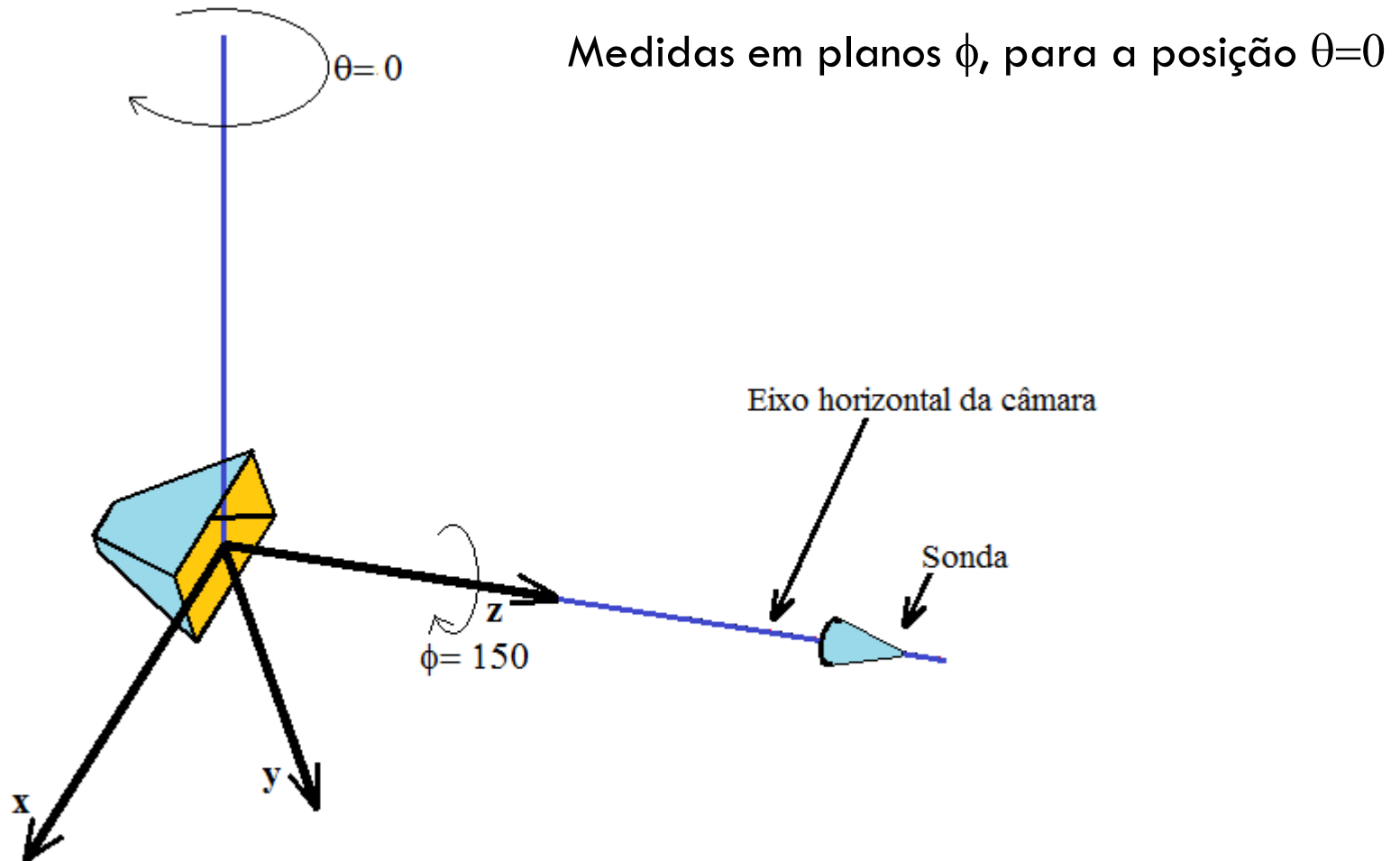
Simulação do Processo de Medida na Câmara



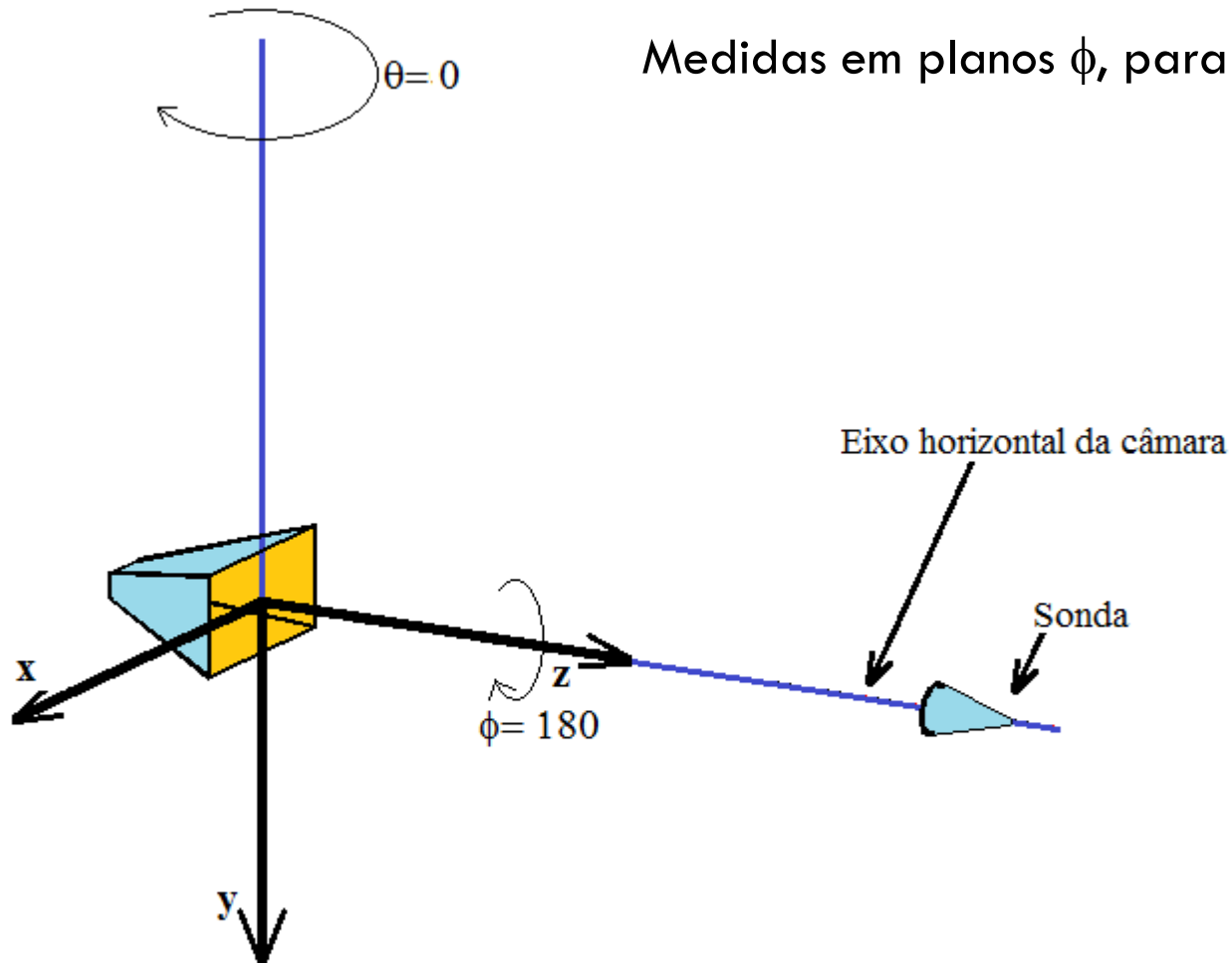
Simulação do Processo de Medida na Câmara



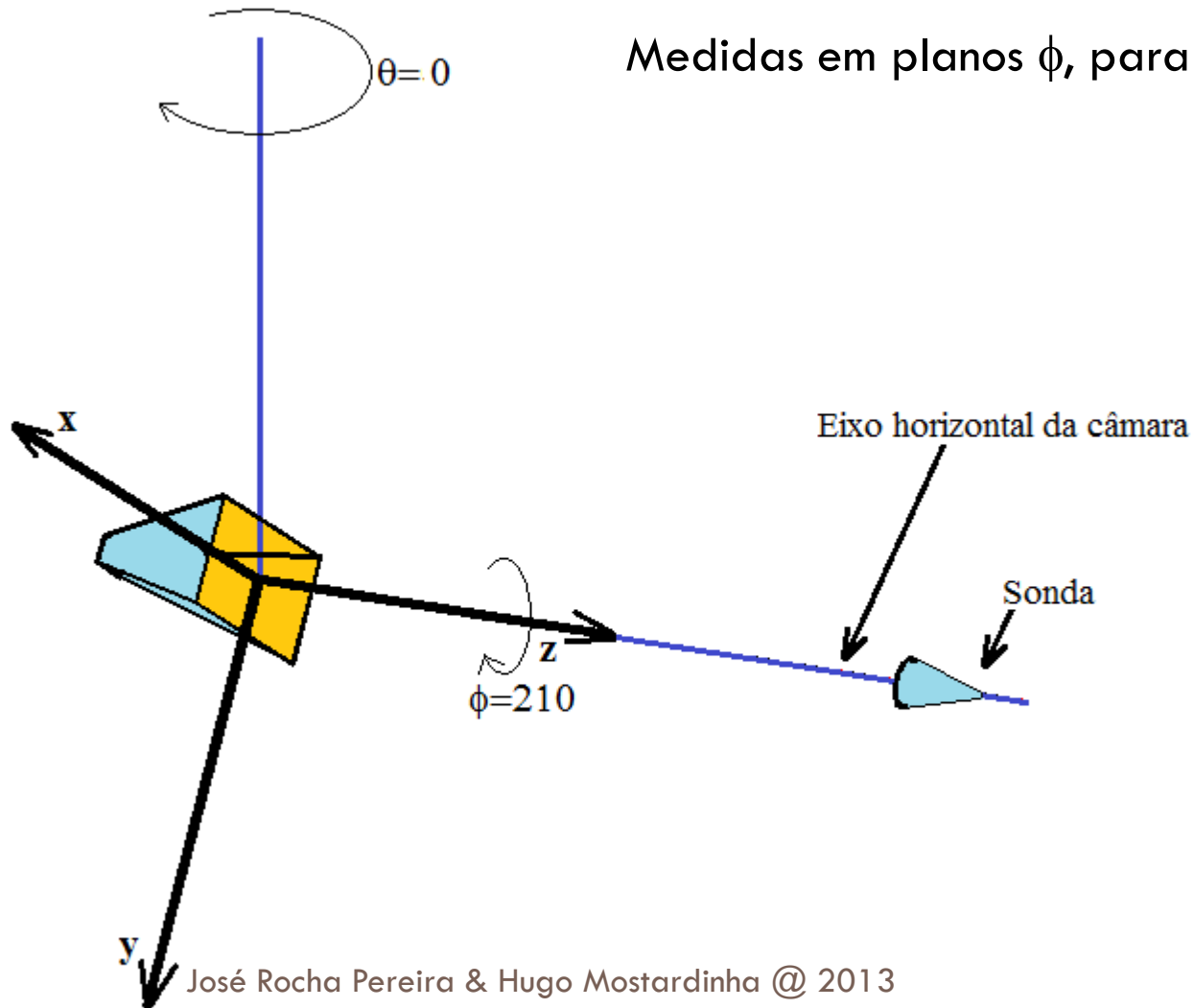
Simulação do Processo de Medida na Câmara



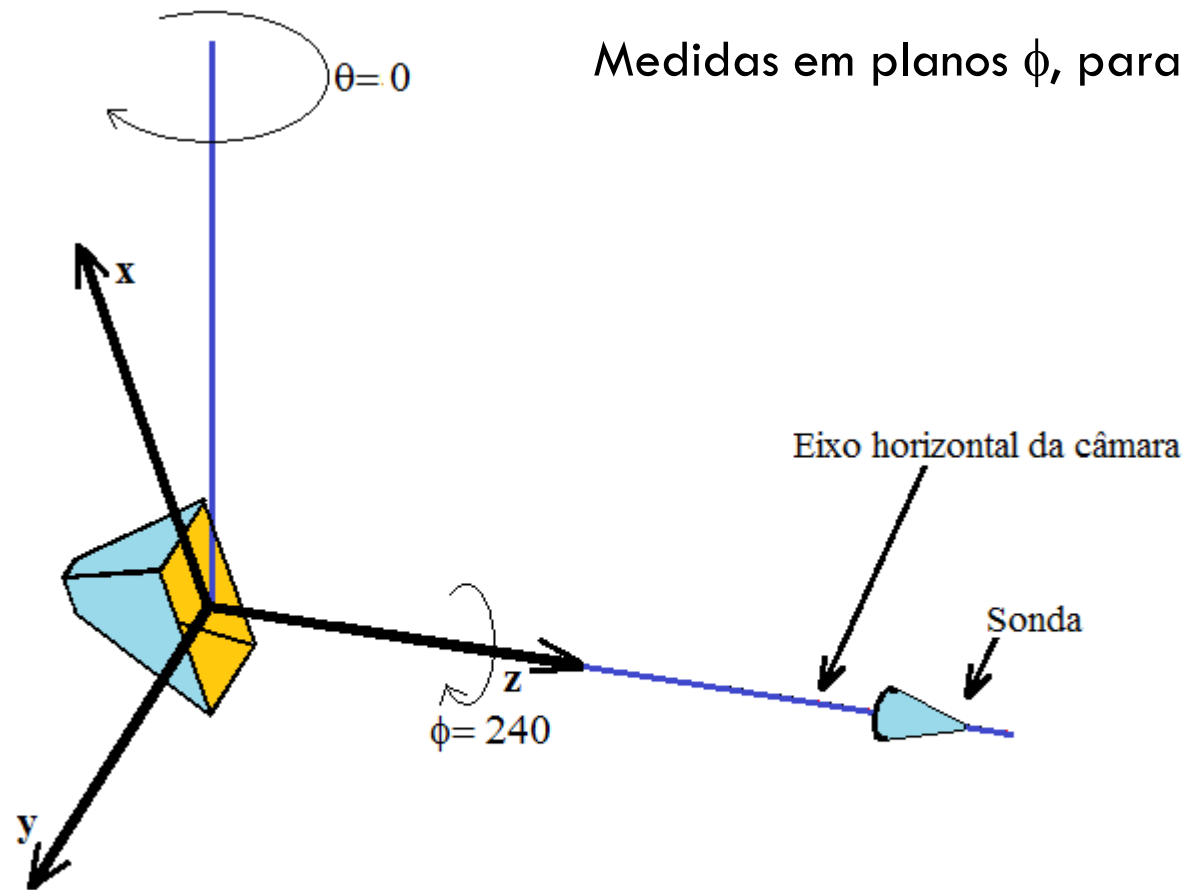
Simulação do Processo de Medida na Câmara



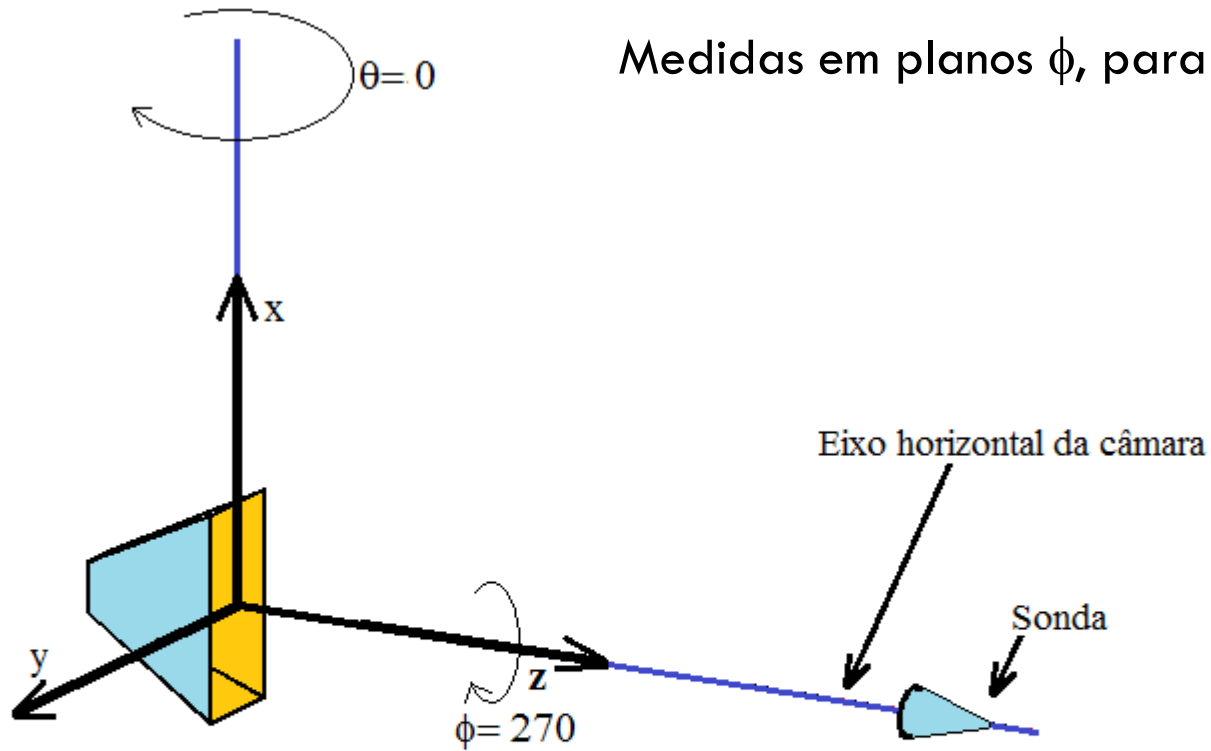
Simulação do Processo de Medida na Câmara



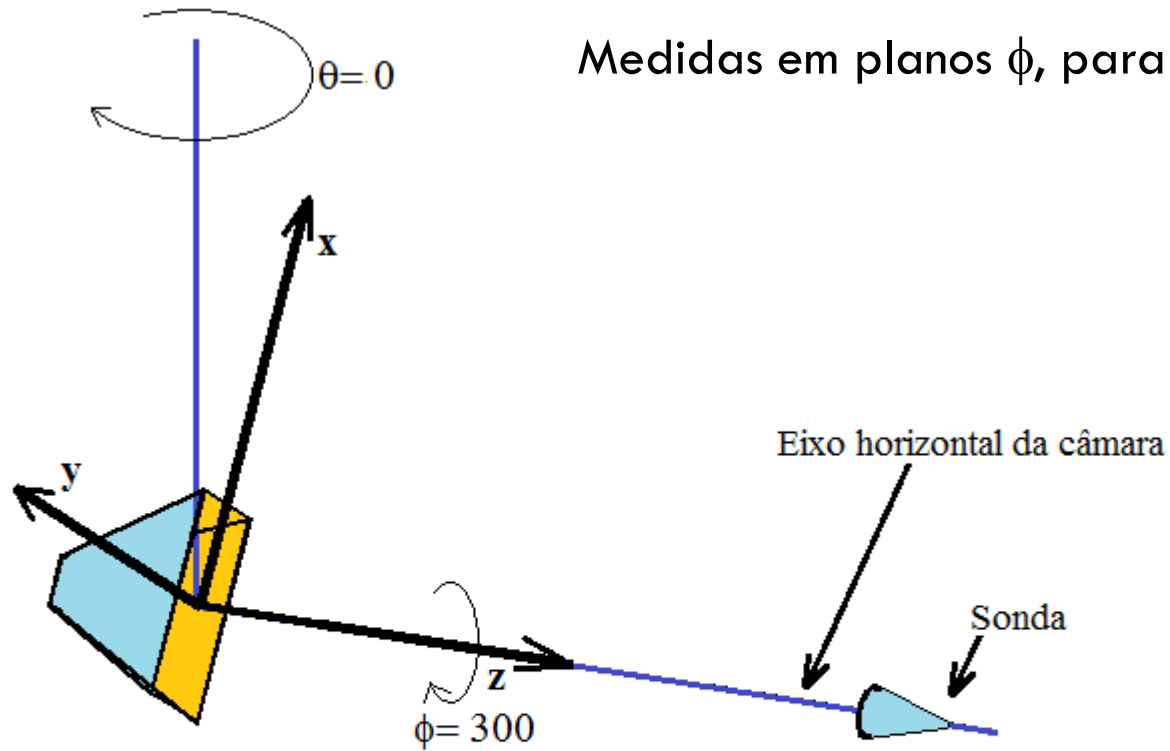
Simulação do Processo de Medida na Câmara



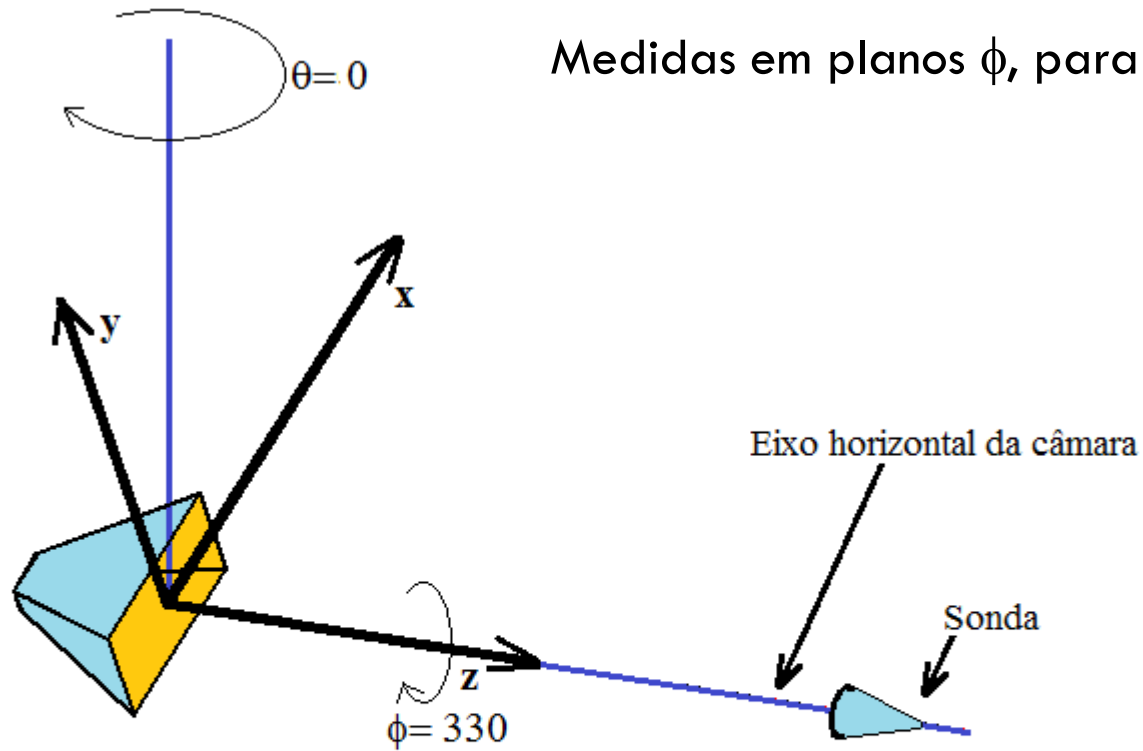
Simulação do Processo de Medida na Câmara



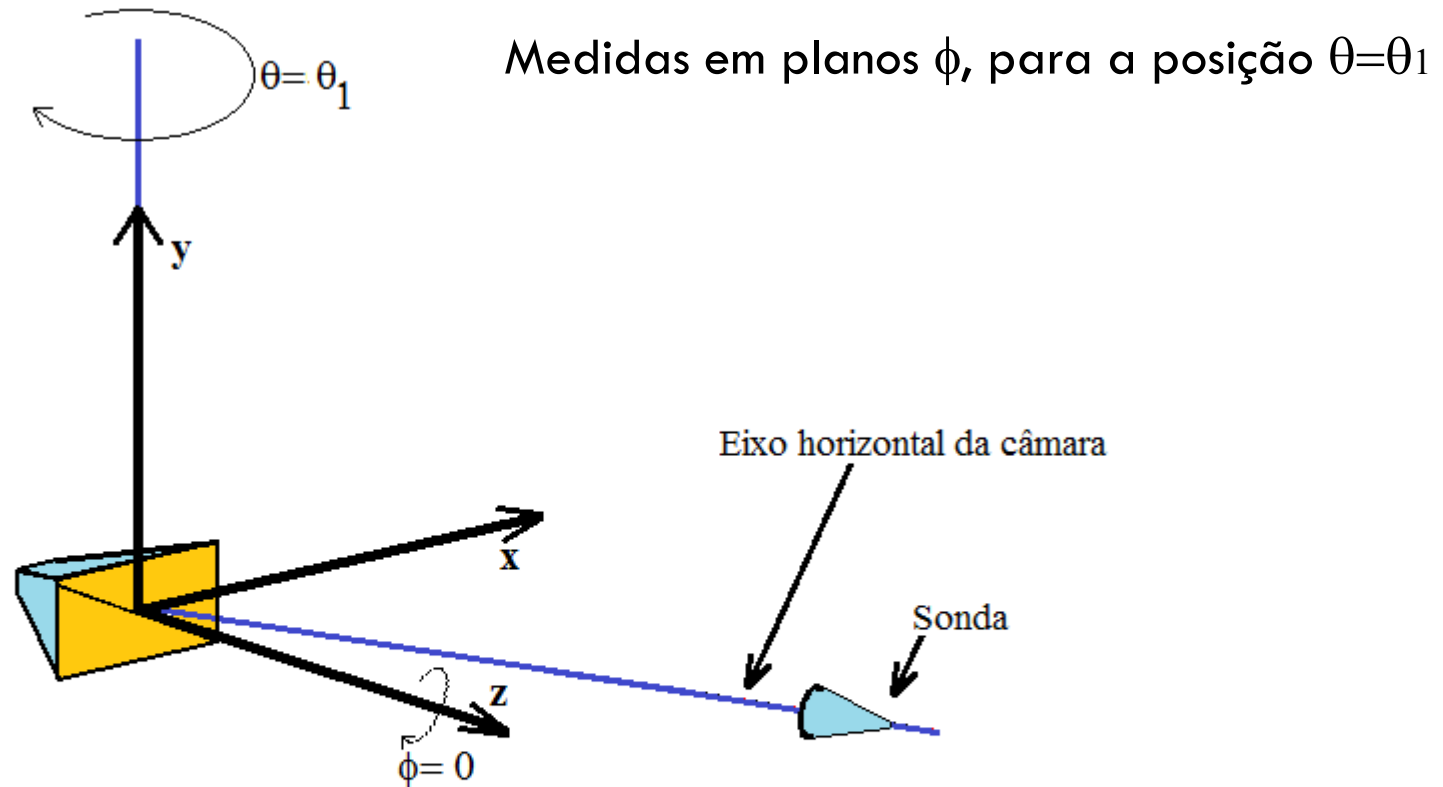
Simulação do Processo de Medida na Câmara



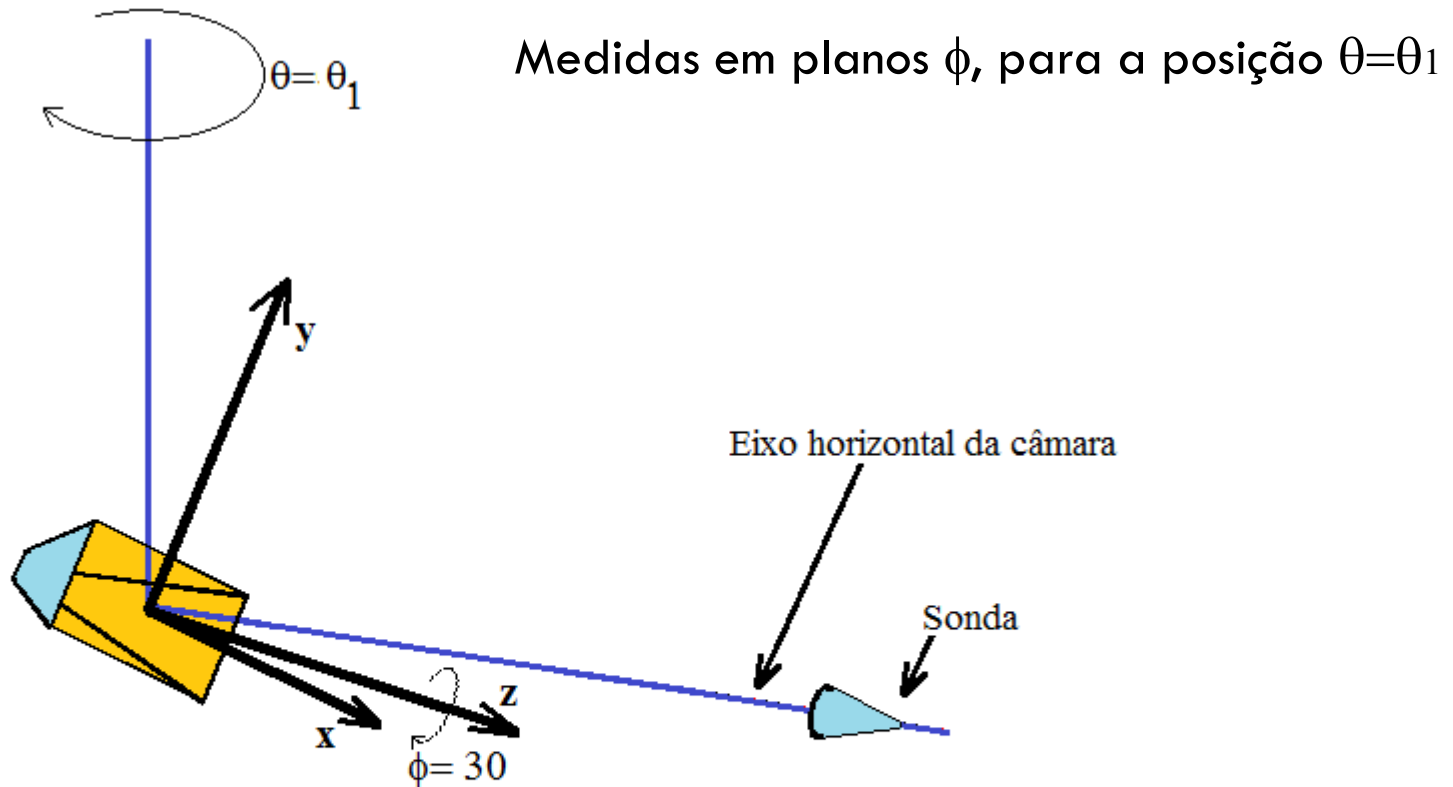
Simulação do Processo de Medida na Câmara



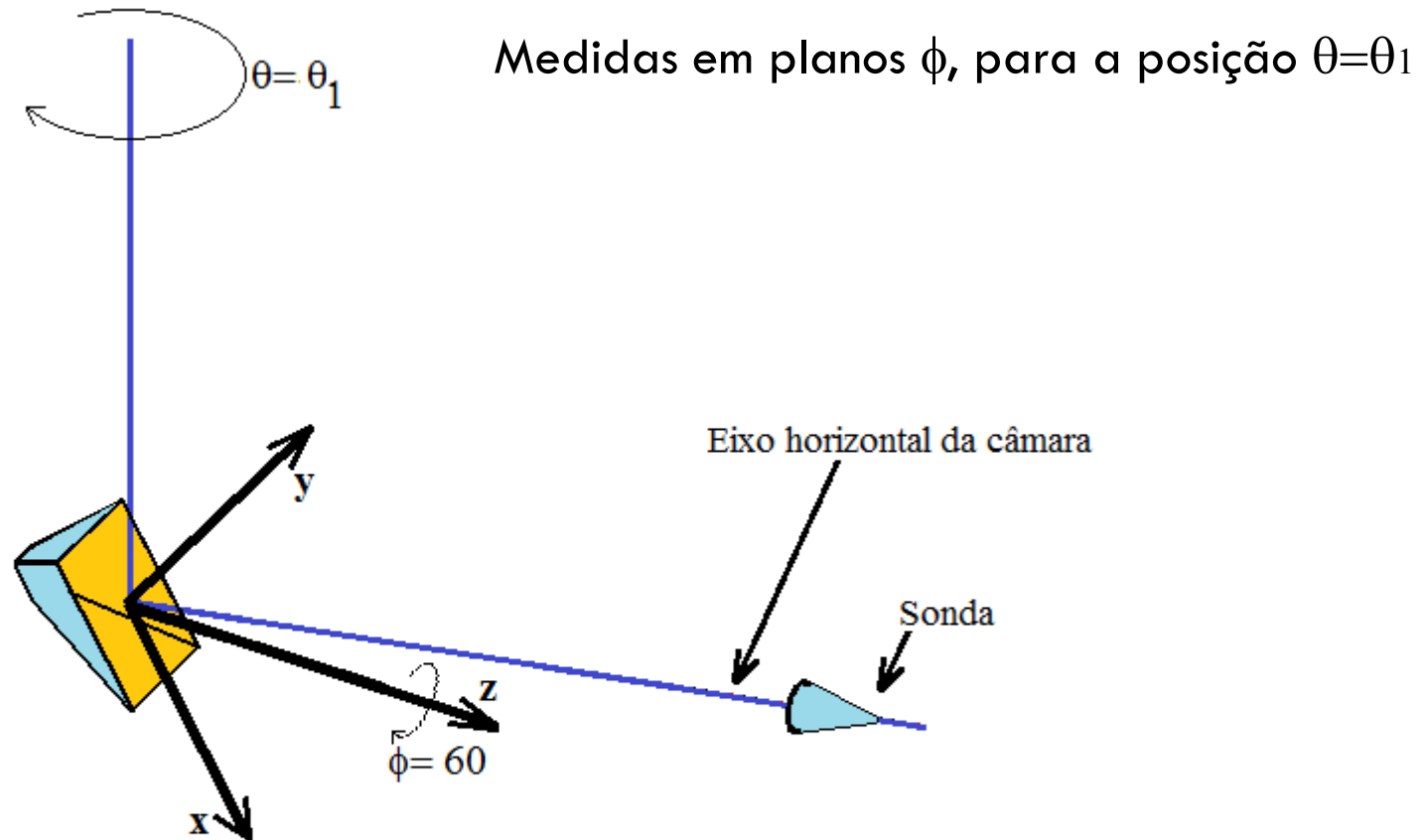
Simulação do Processo de Medida na Câmara



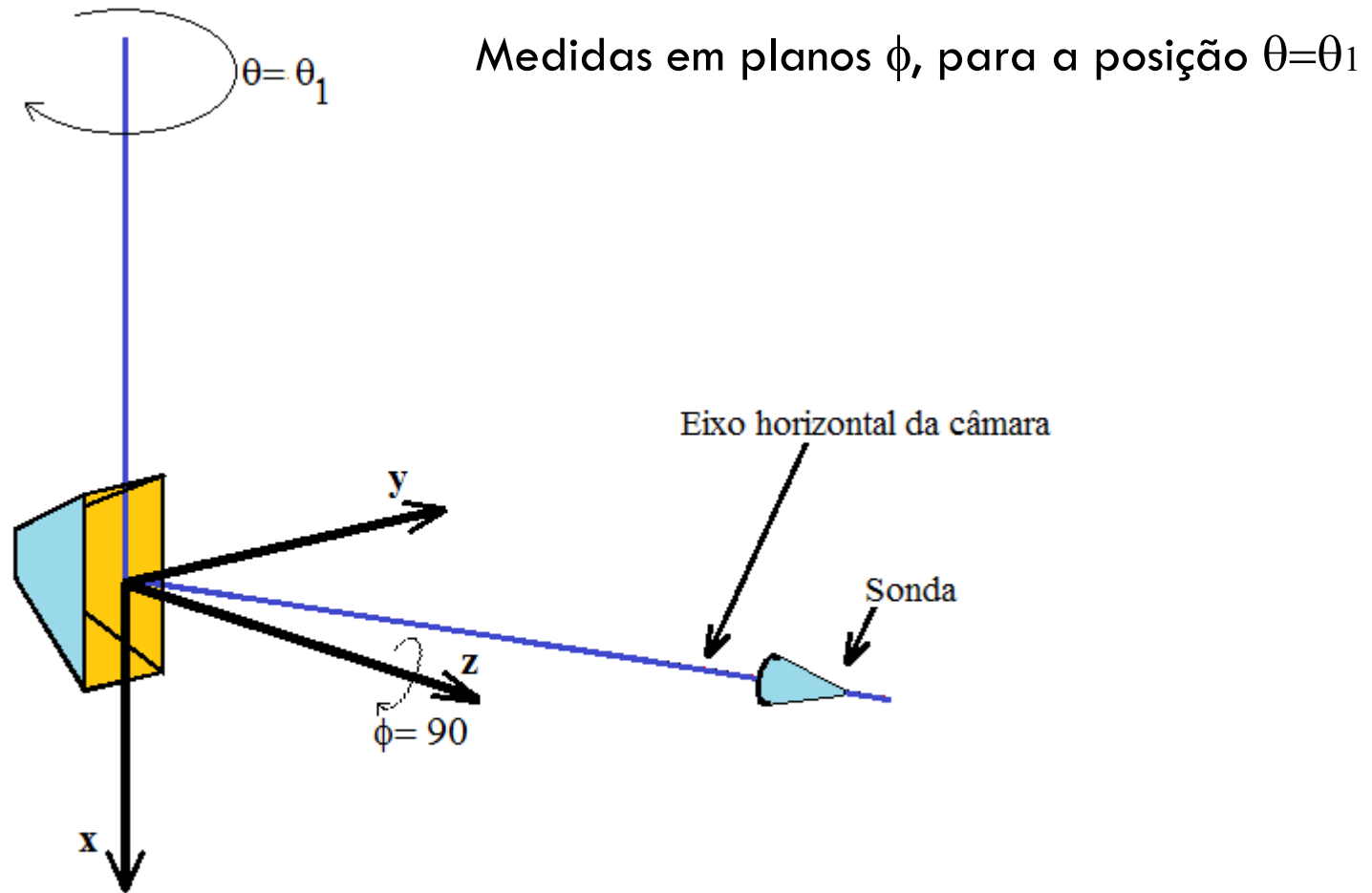
Simulação do Processo de Medida na Câmara



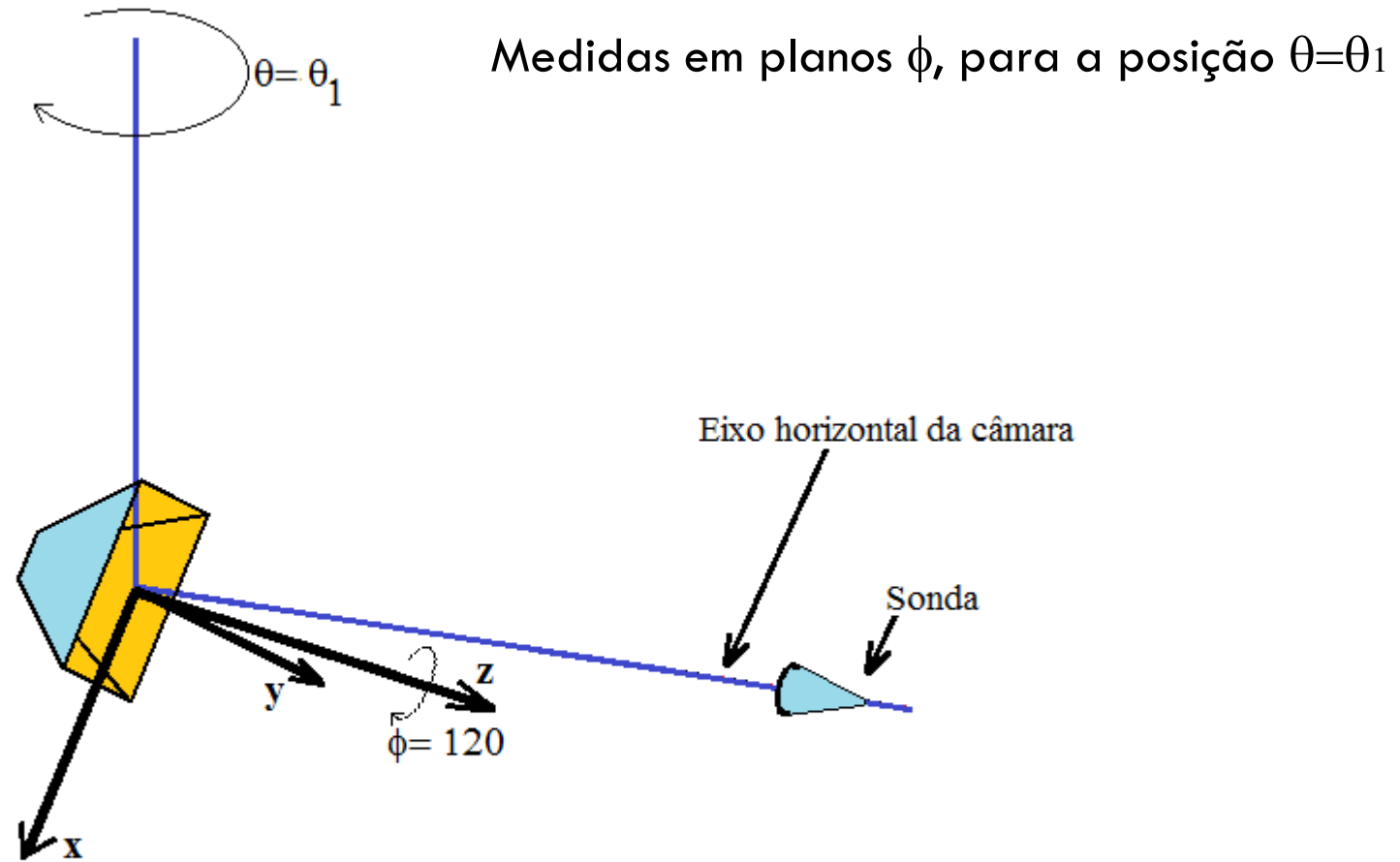
Simulação do Processo de Medida na Câmara



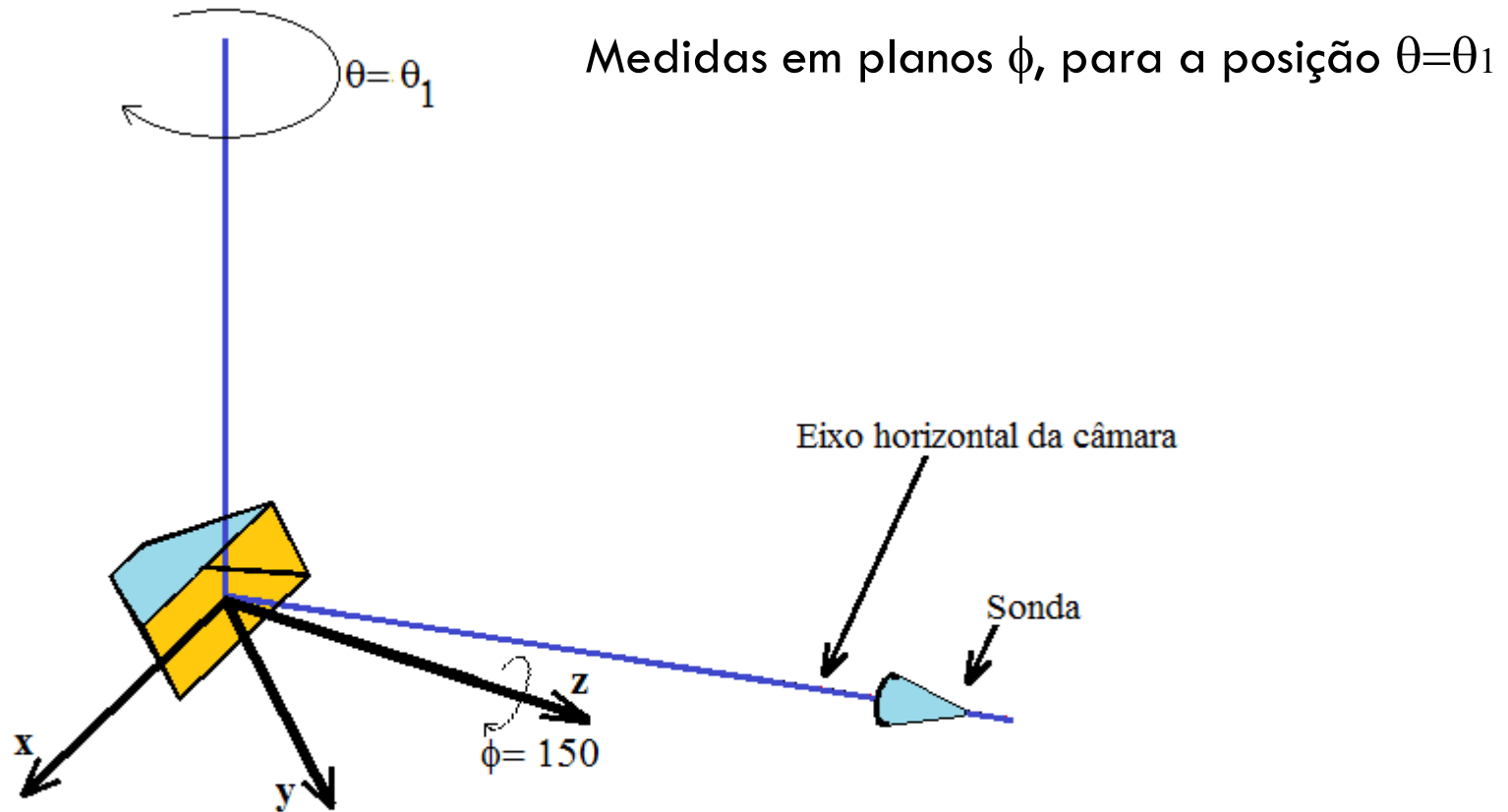
Simulação do Processo de Medida na Câmara



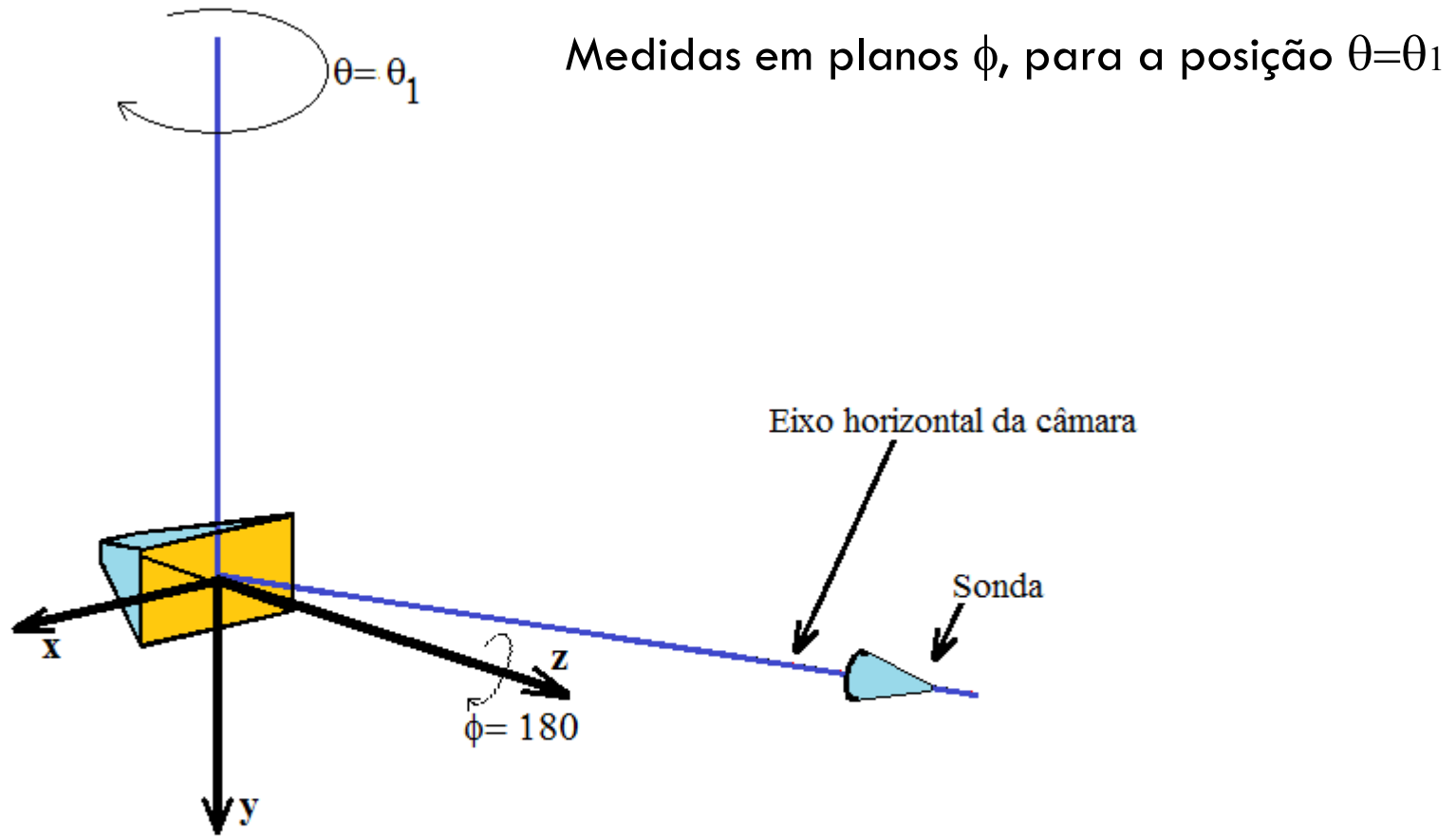
Simulação do Processo de Medida na Câmara



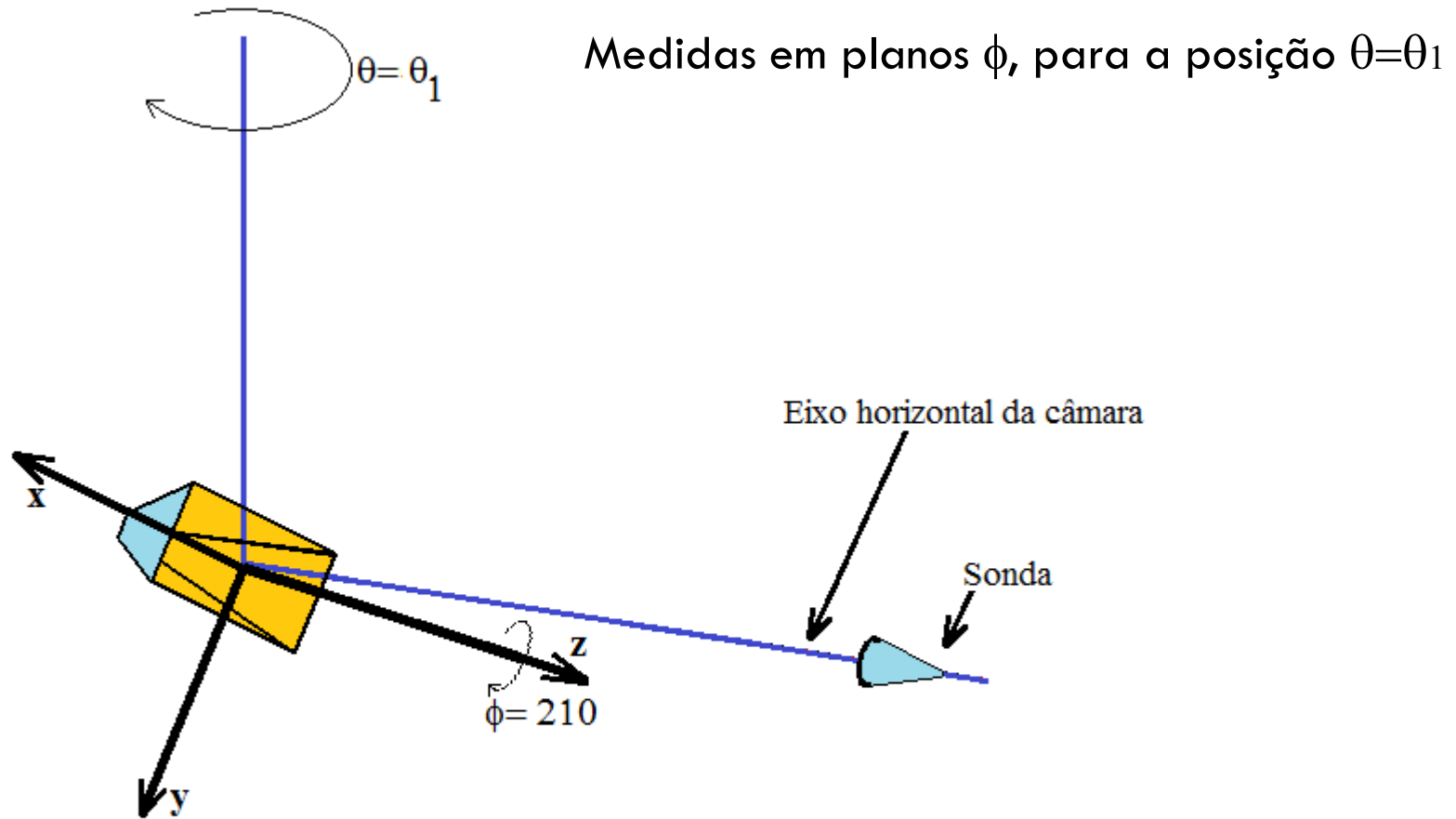
Simulação do Processo de Medida na Câmara



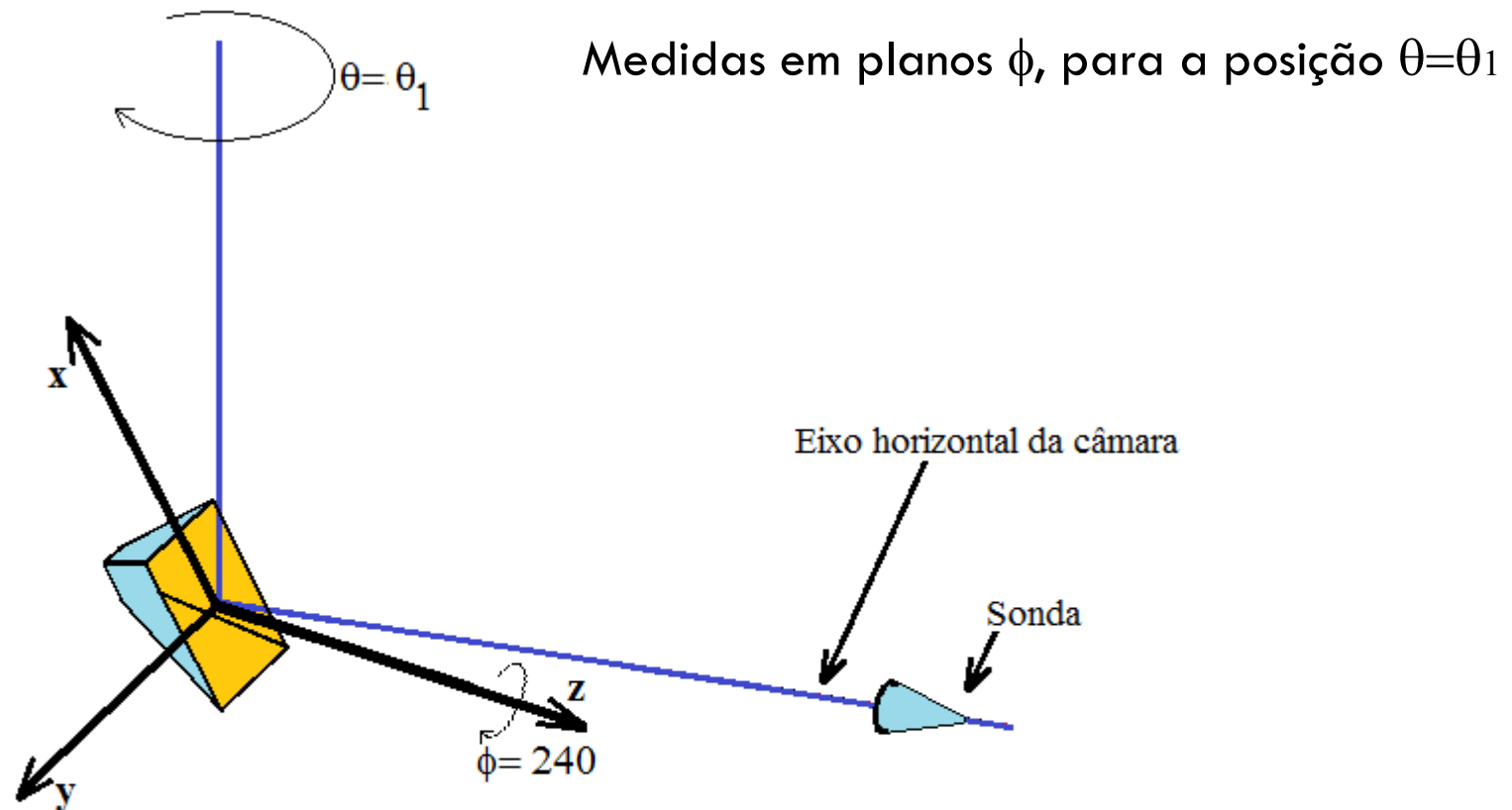
Simulação do Processo de Medida na Câmara



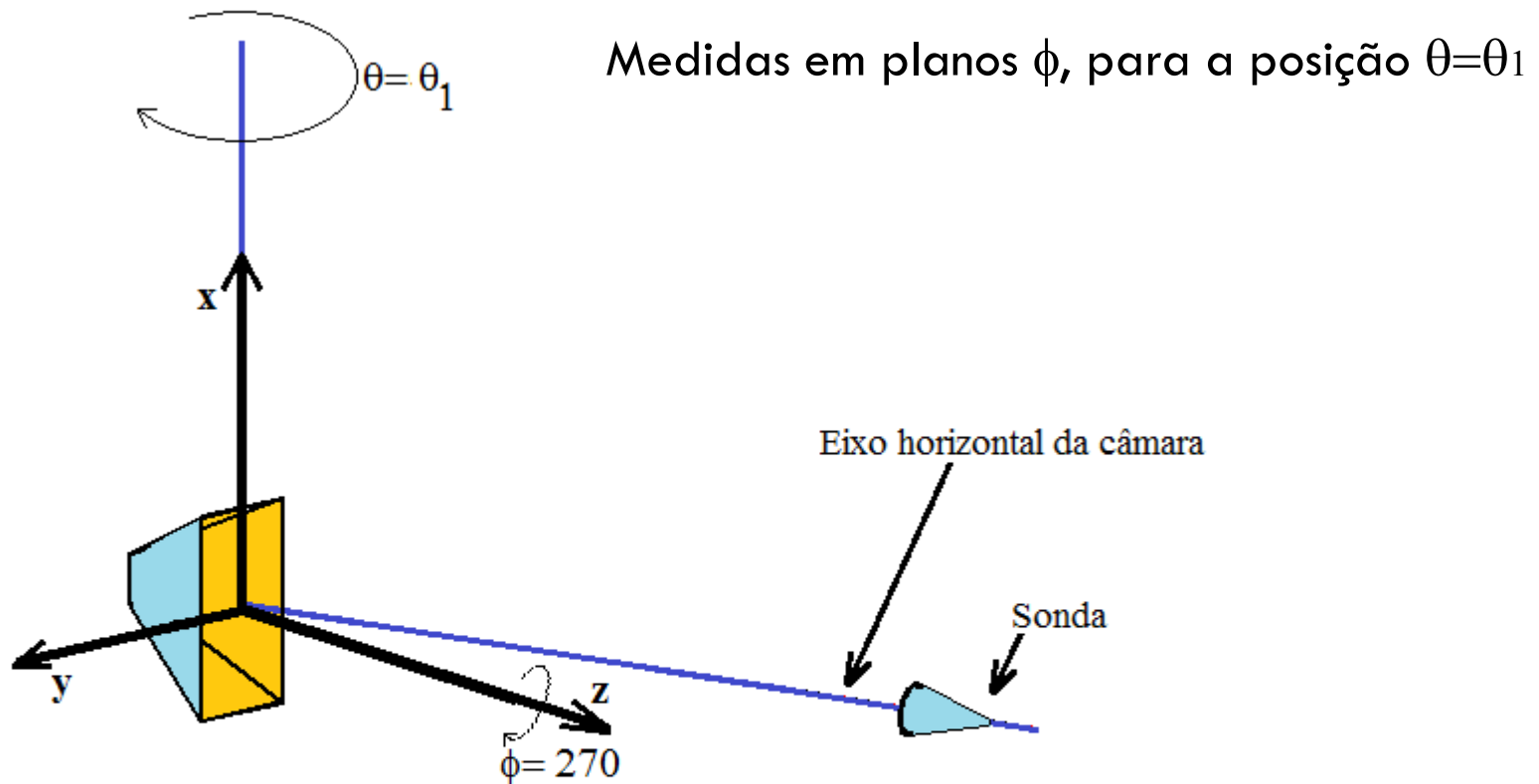
Simulação do Processo de Medida na Câmara



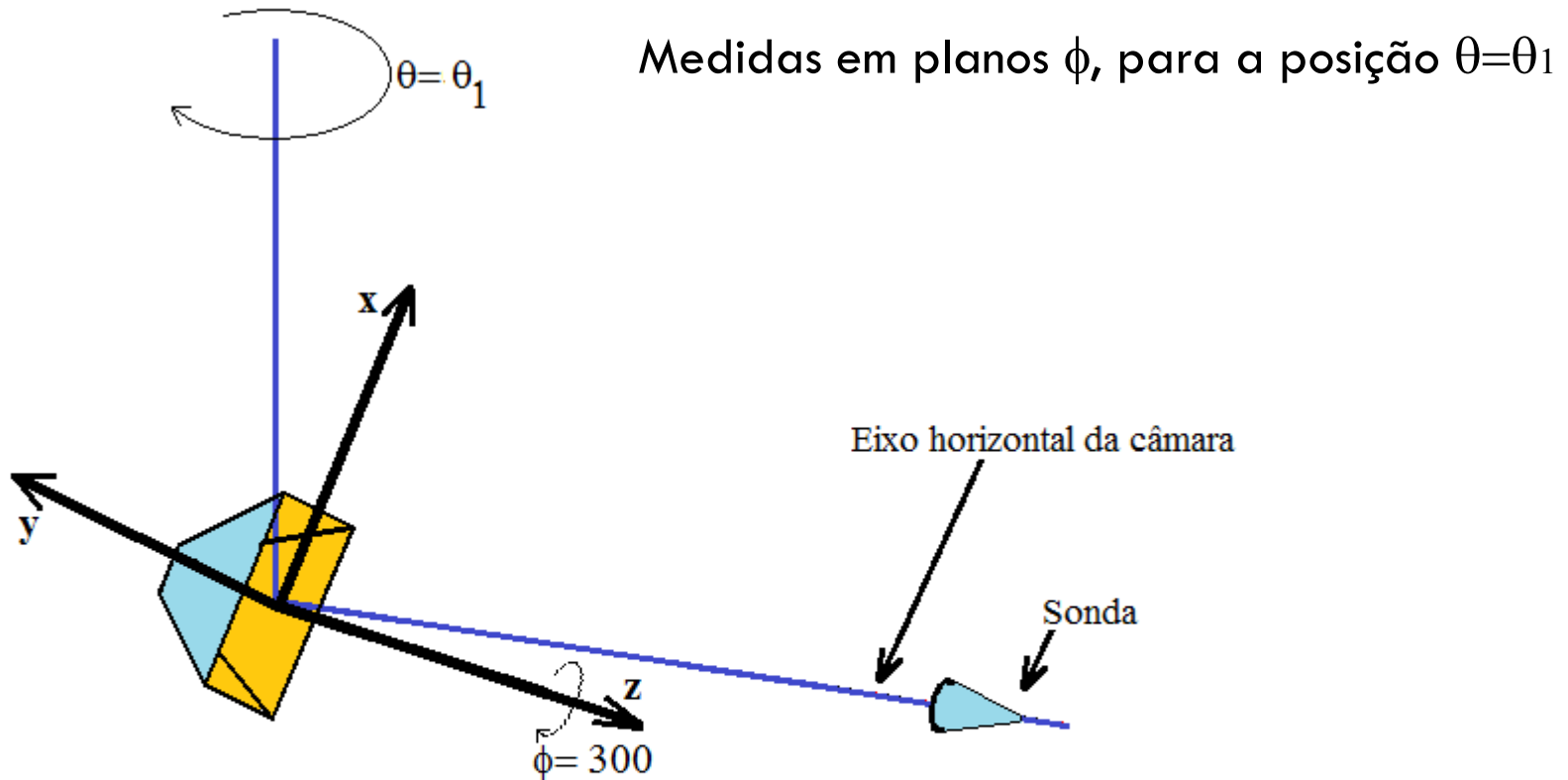
Simulação do Processo de Medida na Câmara



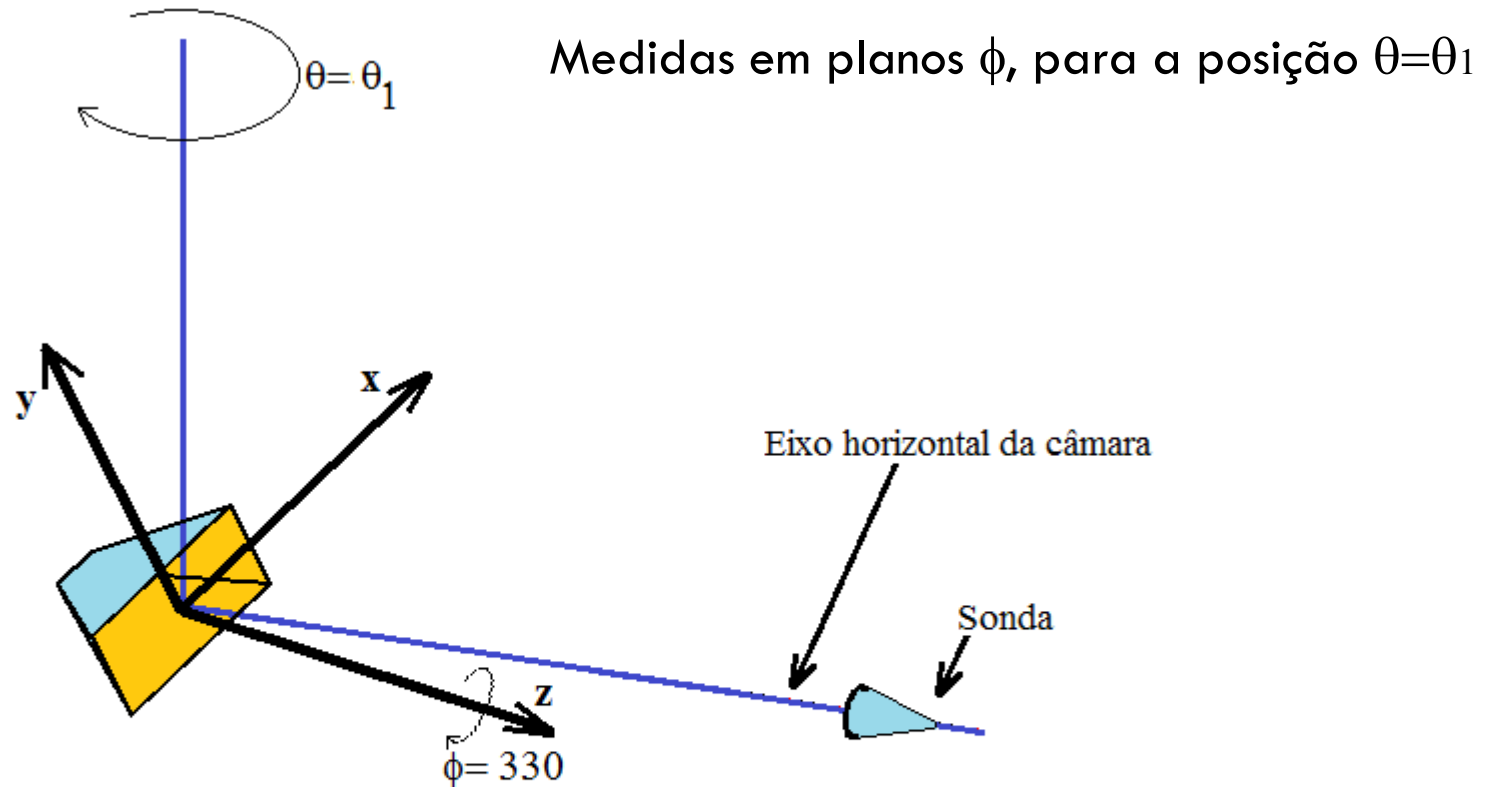
Simulação do Processo de Medida na Câmara



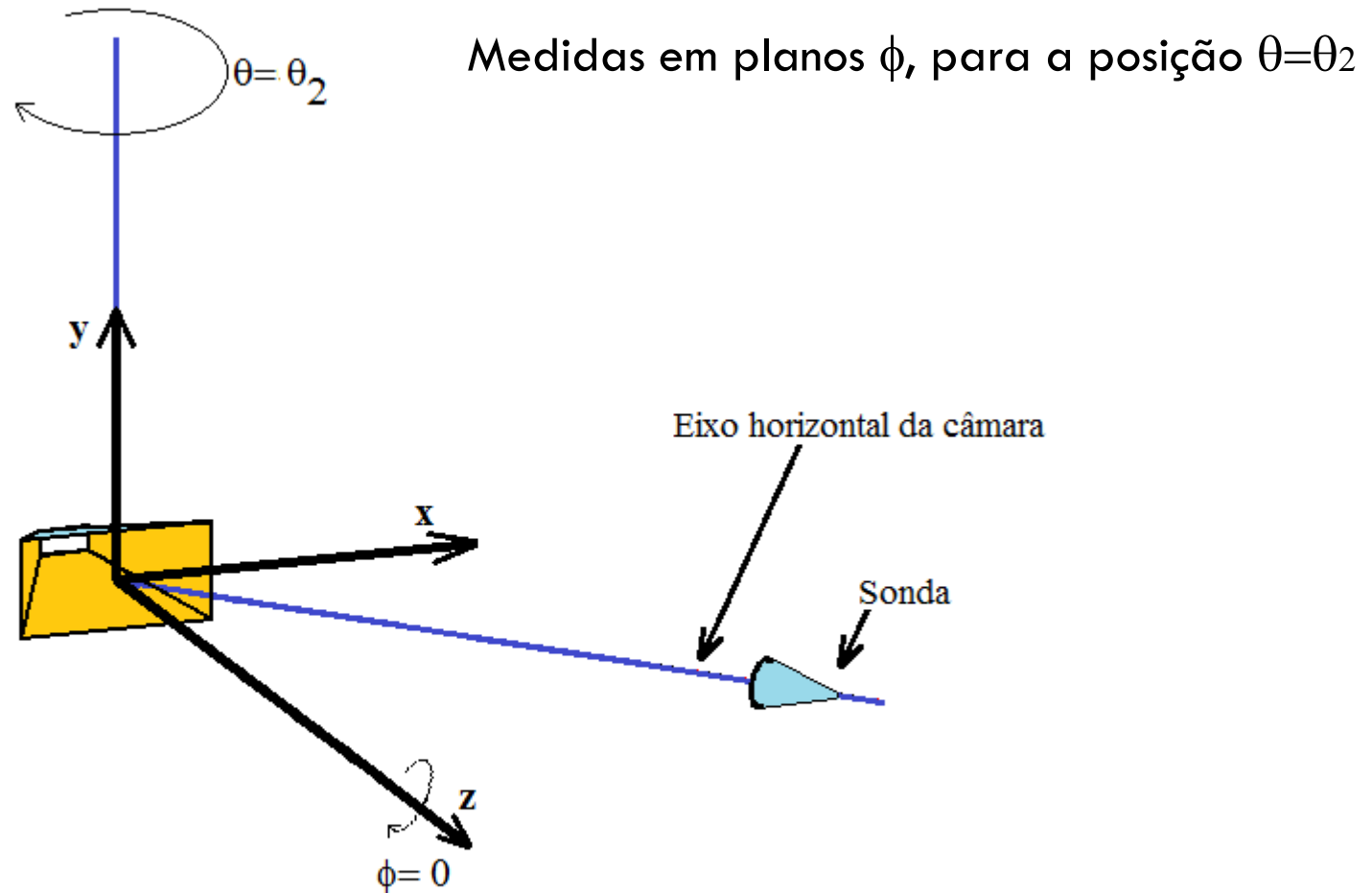
Simulação do Processo de Medida na Câmara



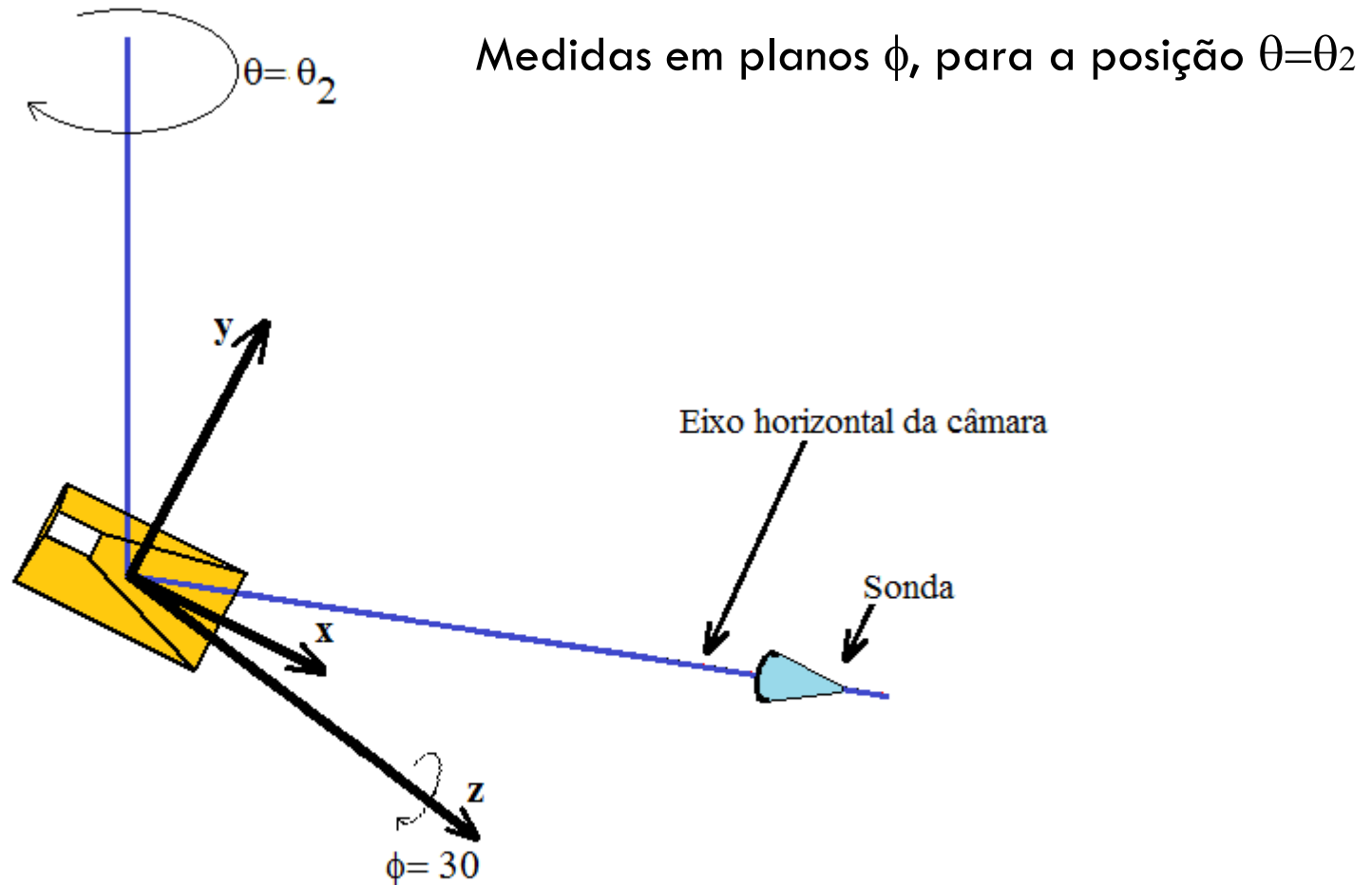
Simulação do Processo de Medida na Câmara



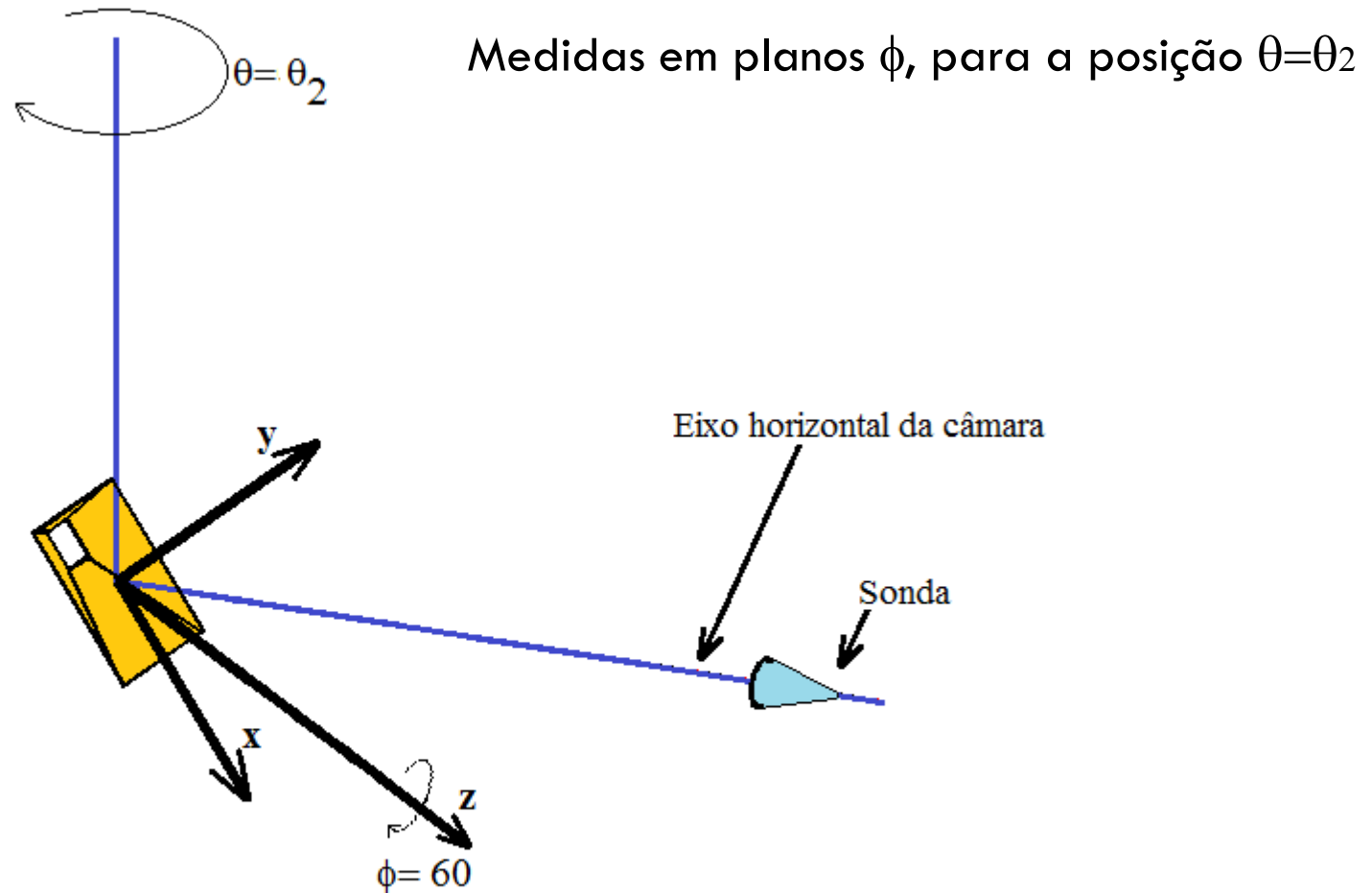
Simulação do Processo de Medida na Câmara



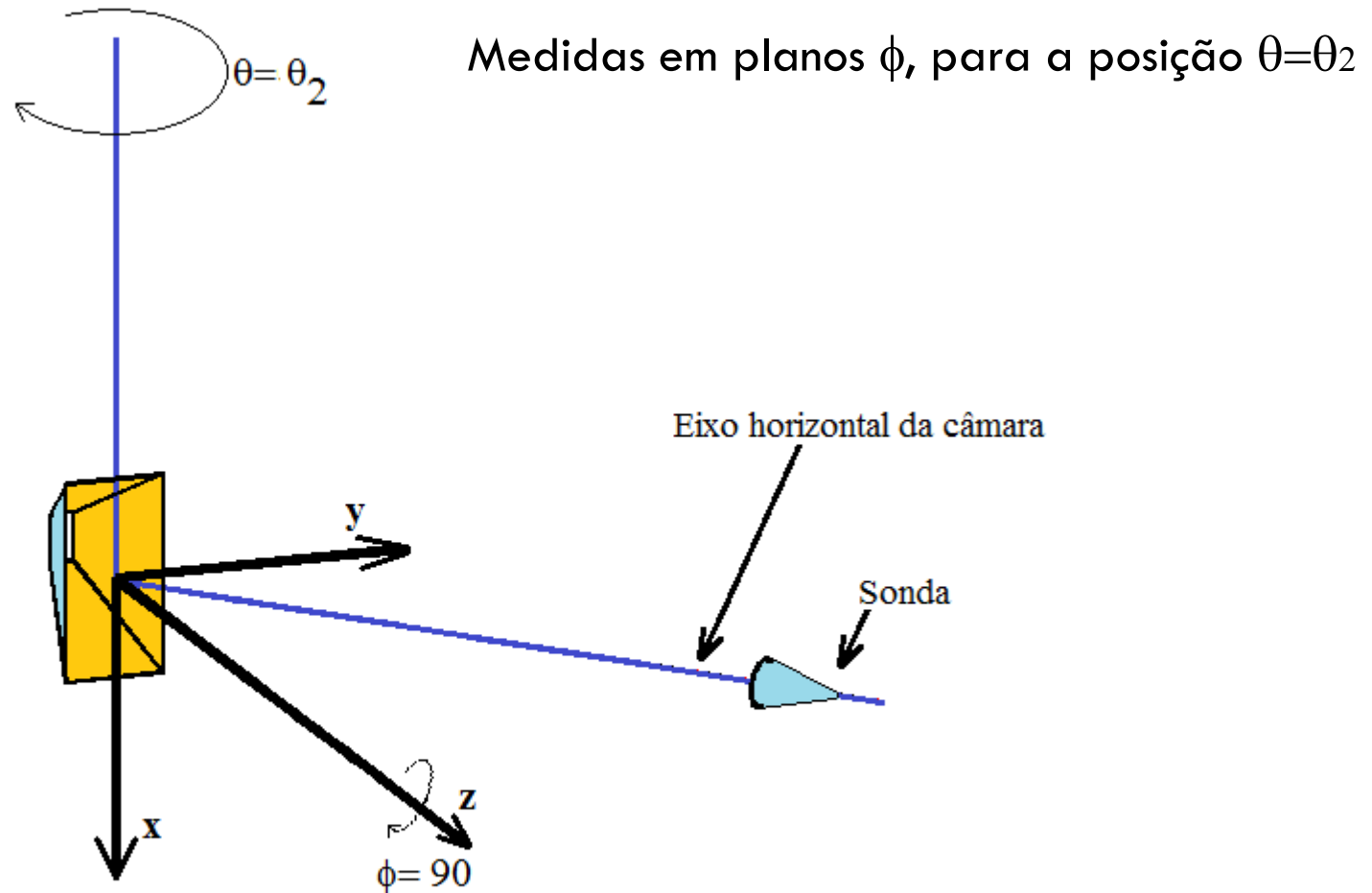
Simulação do Processo de Medida na Câmara



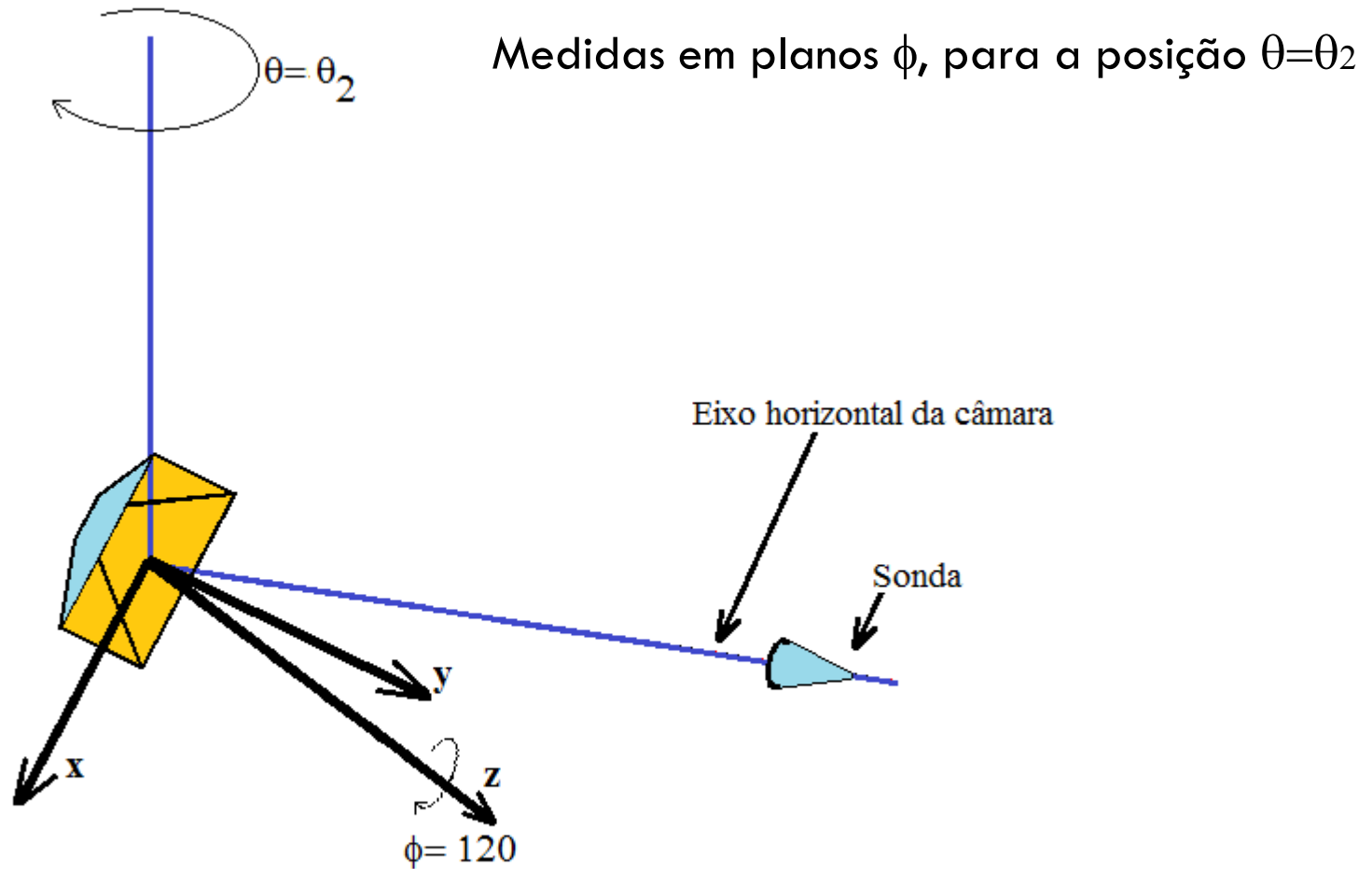
Simulação do Processo de Medida na Câmara



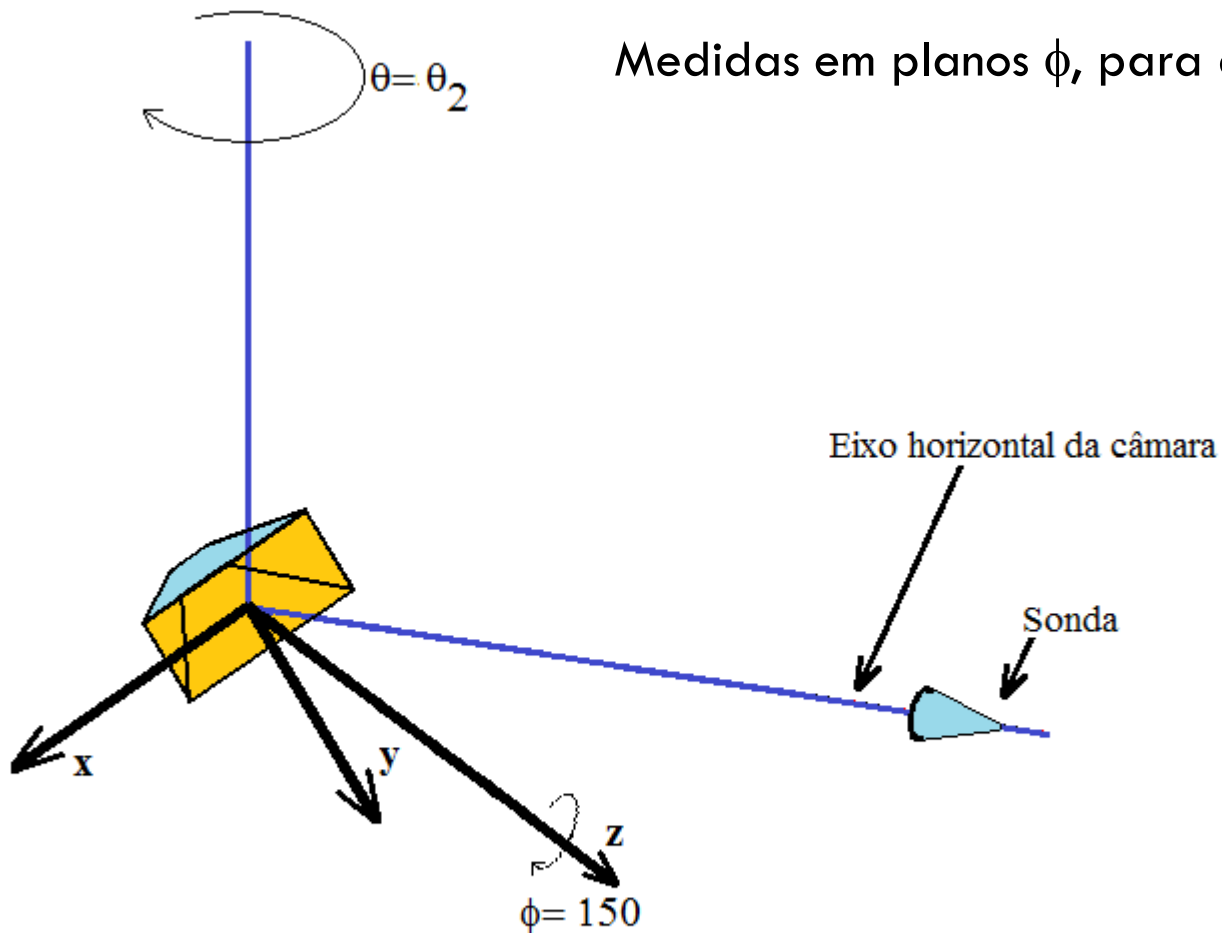
Simulação do Processo de Medida na Câmara



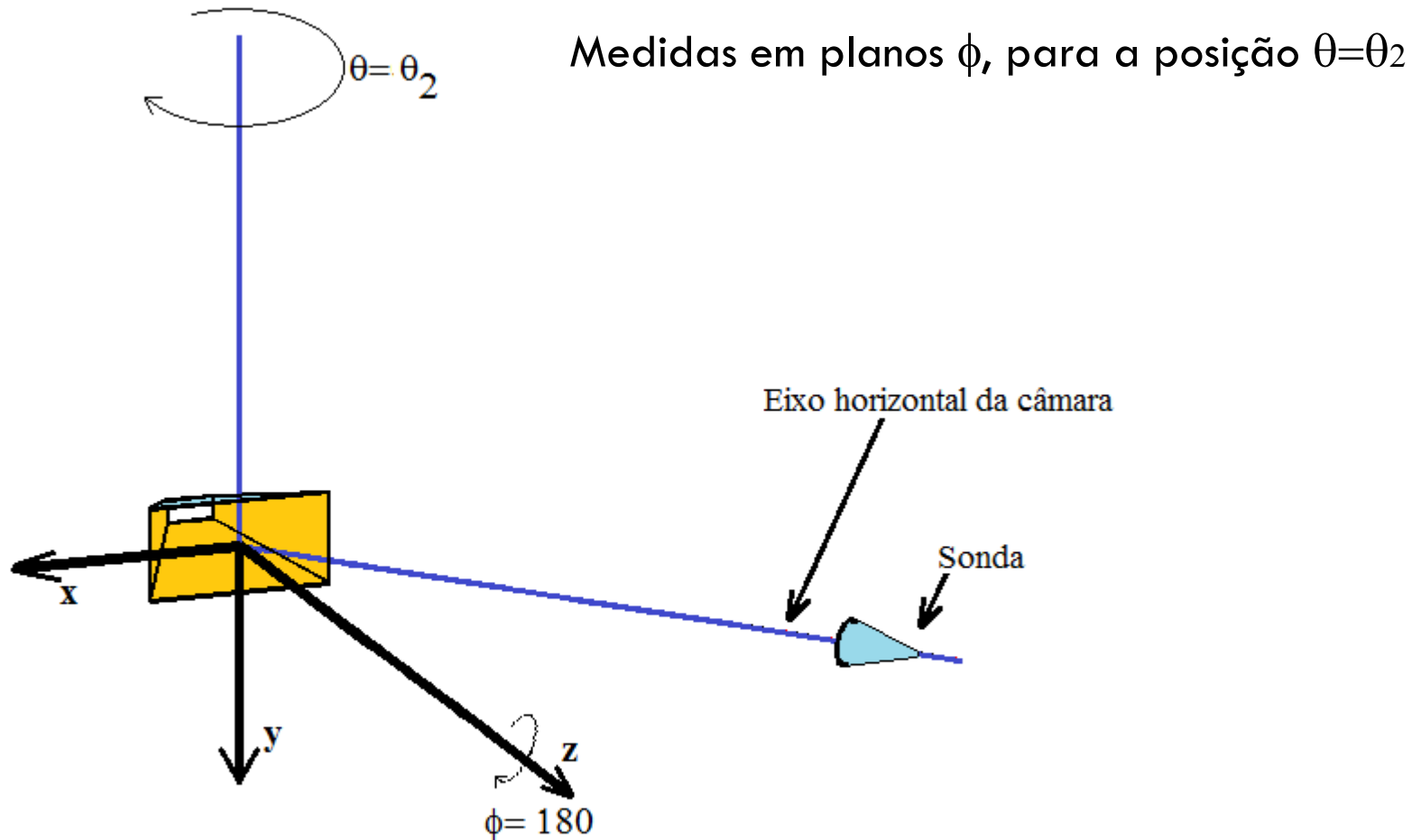
Simulação do Processo de Medida na Câmara



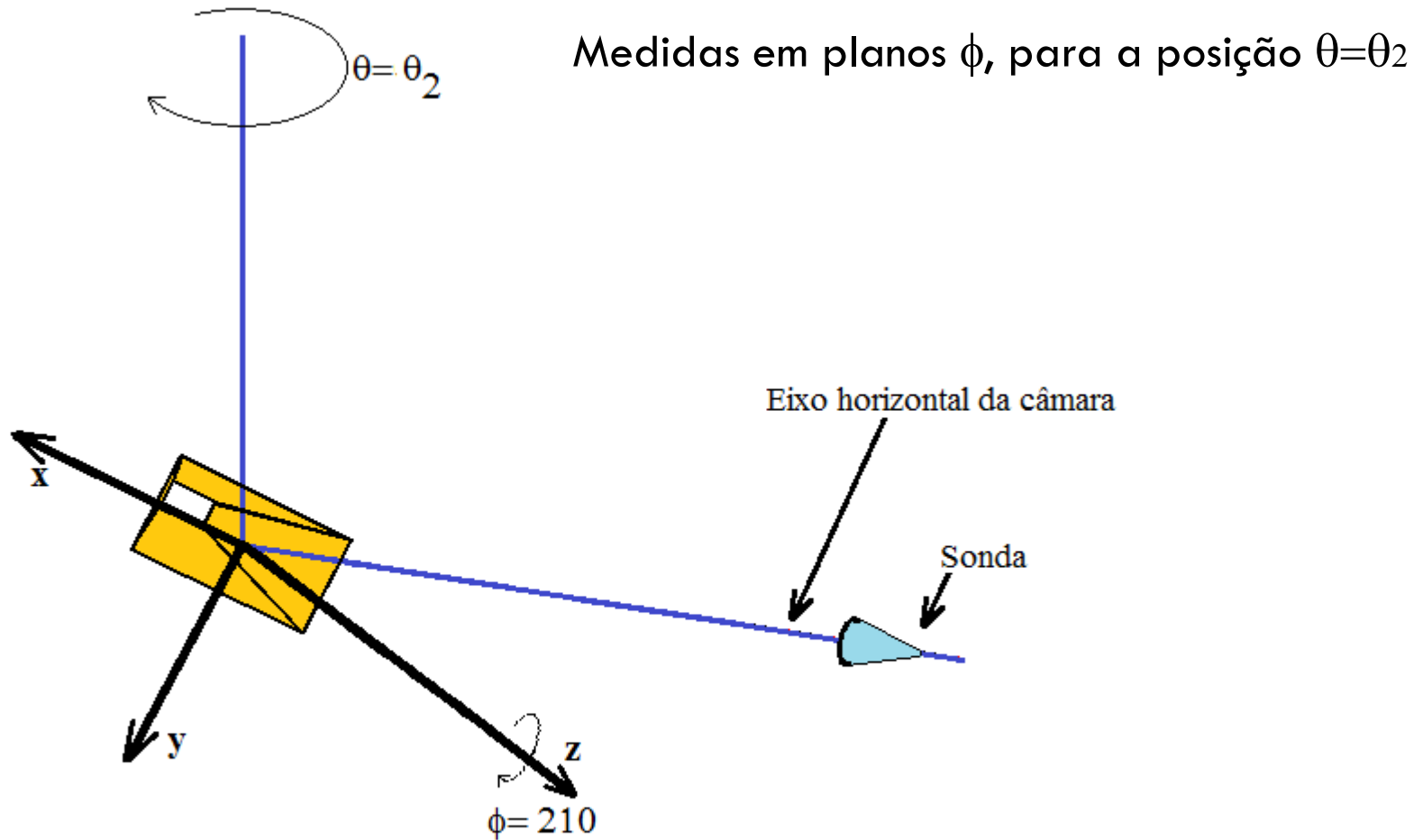
Simulação do Processo de Medida na Câmara



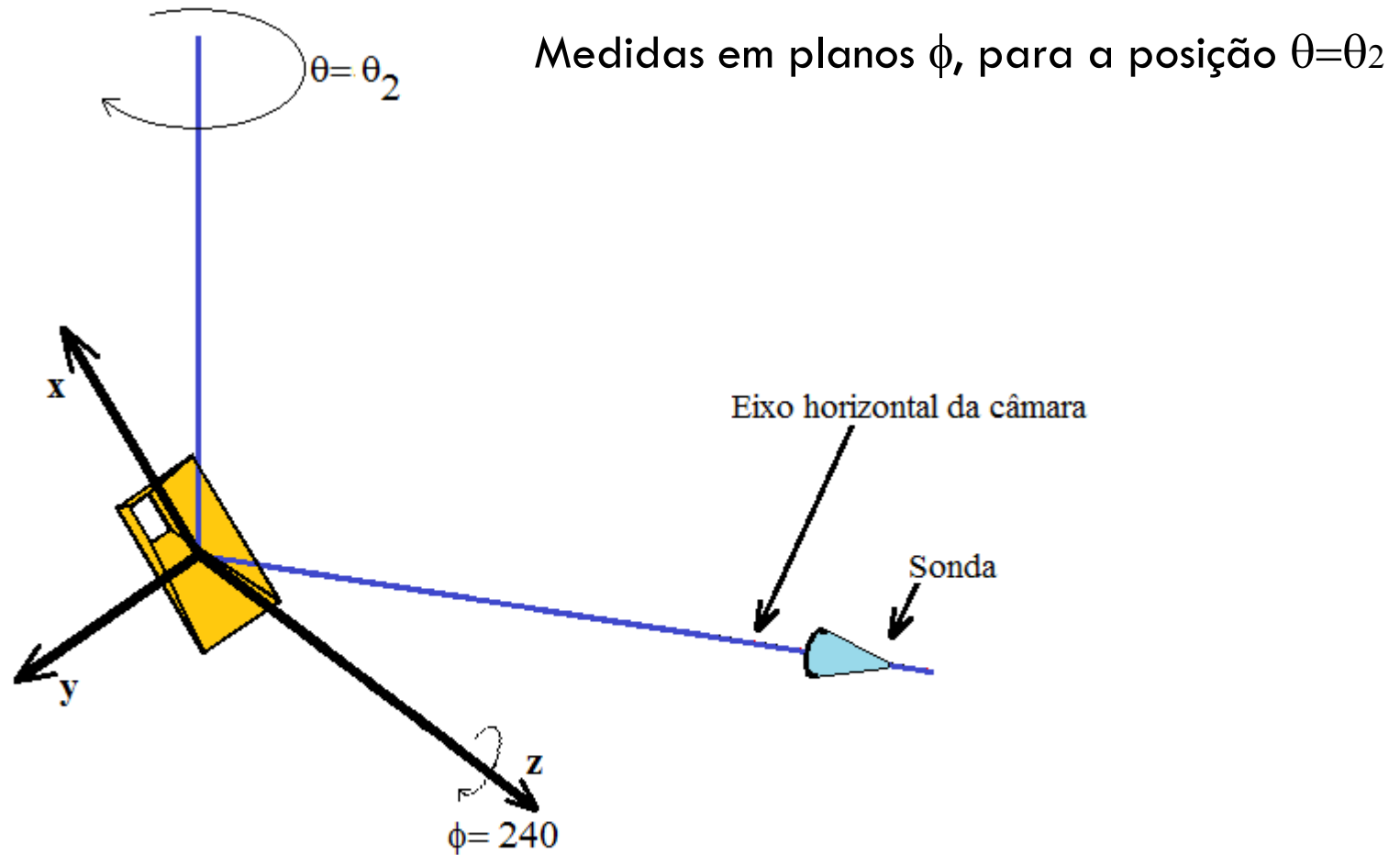
Simulação do Processo de Medida na Câmara



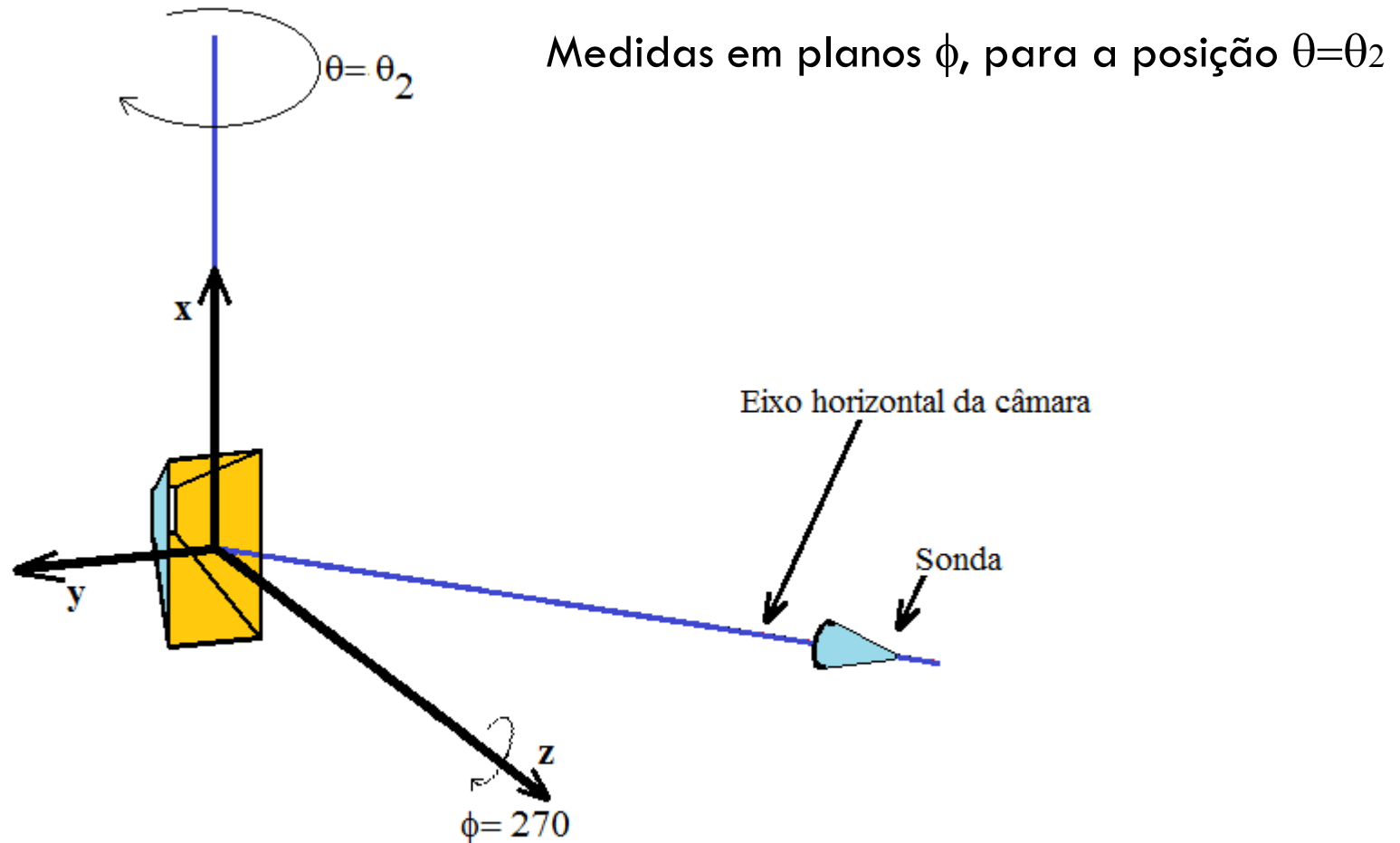
Simulação do Processo de Medida na Câmara



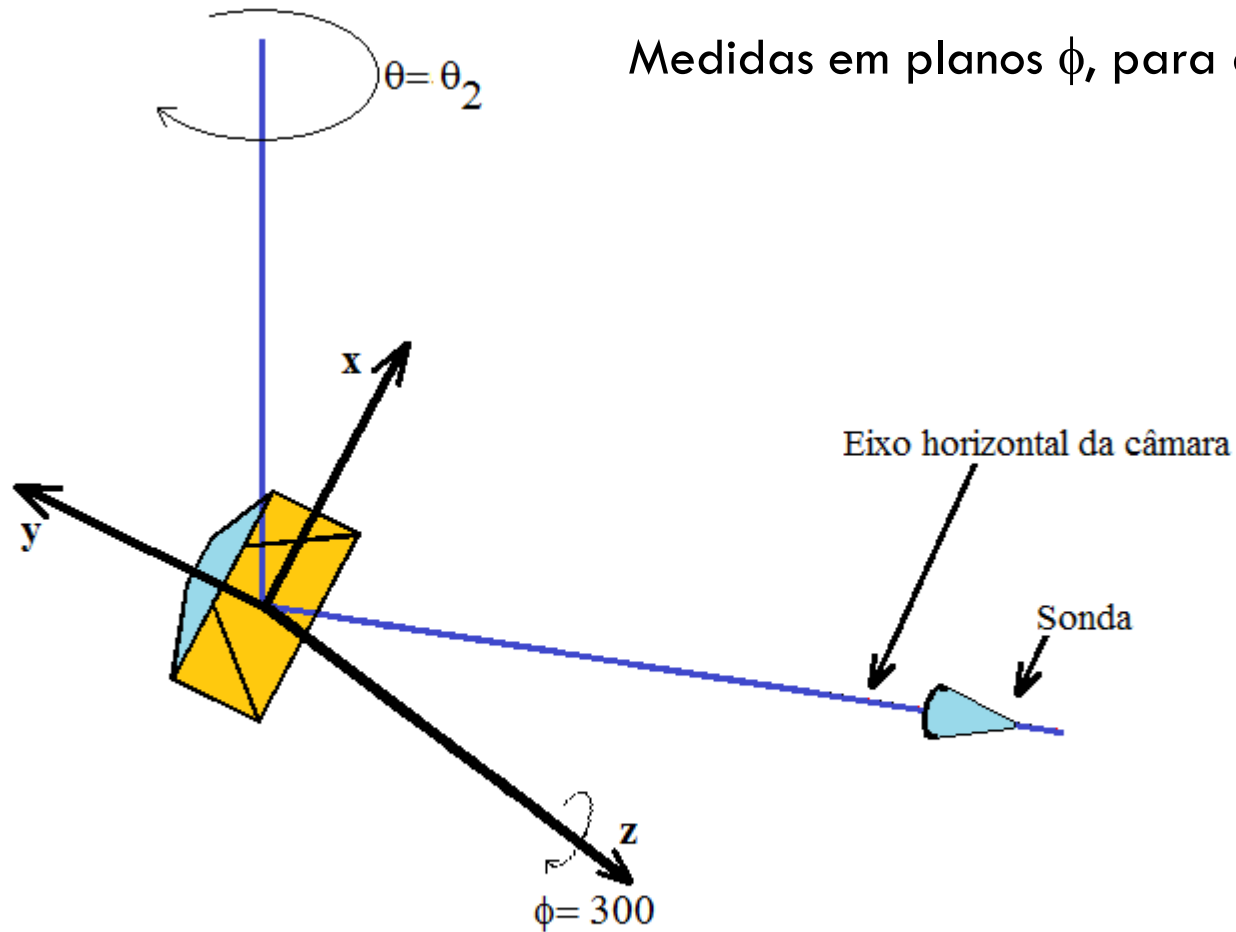
Simulação do Processo de Medida na Câmara



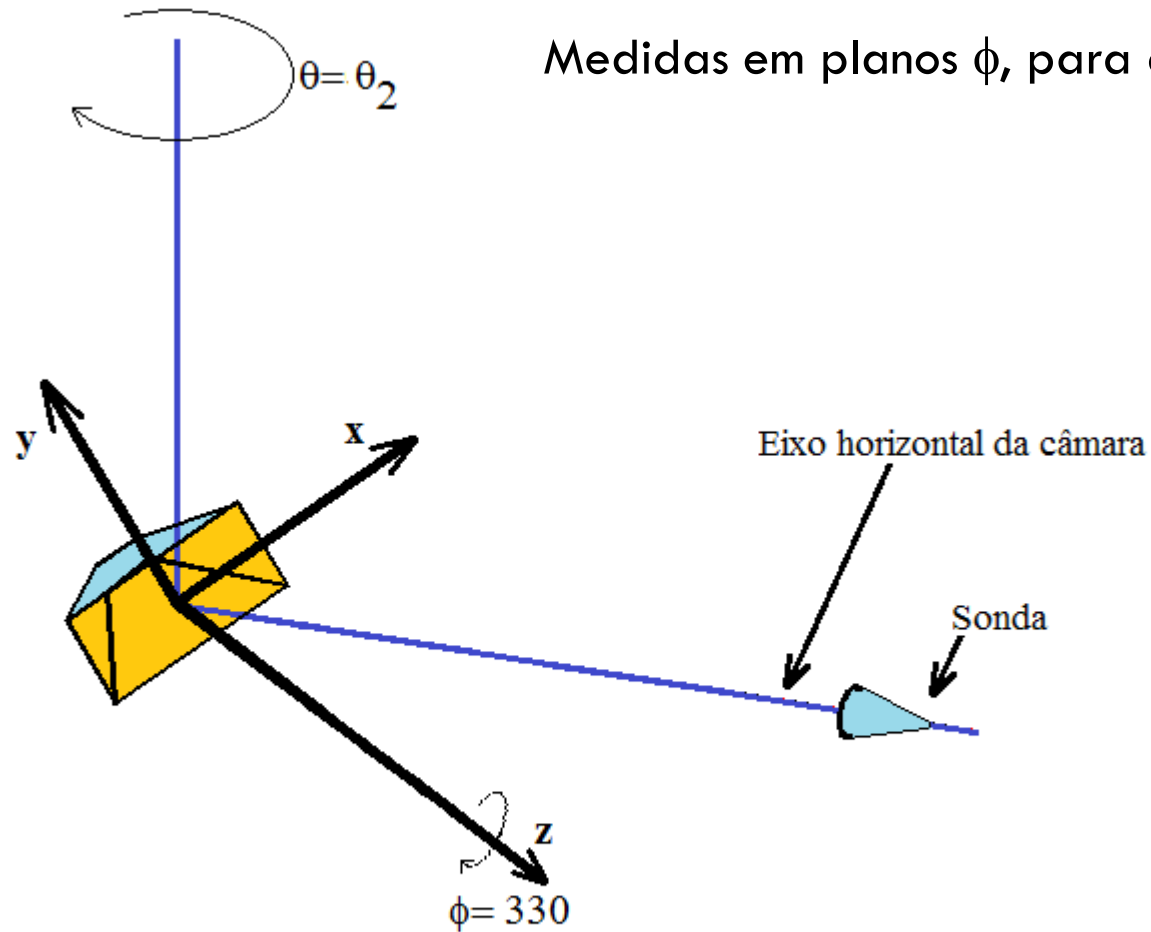
Simulação do Processo de Medida na Câmara



Simulação do Processo de Medida na Câmara



Simulação do Processo de Medida na Câmara



Simulação do Processo de Medida na Câmara

Quando se pretende fazer uma medida sobre uma esfera completa, deve-se variar o θ de 0 a 180 e o ϕ de 0 a 360.

Se se pretender meia esfera, deve-se variar o θ de 0 a 90 e o ϕ de 0 a 360.

Se se desejar apenas um angulo sólido de abertura θ_a , deve-se variar o θ de 0 a θ_a e o ϕ de 0 a 360.

Simulação do Processo de Medida na Câmara



FIM