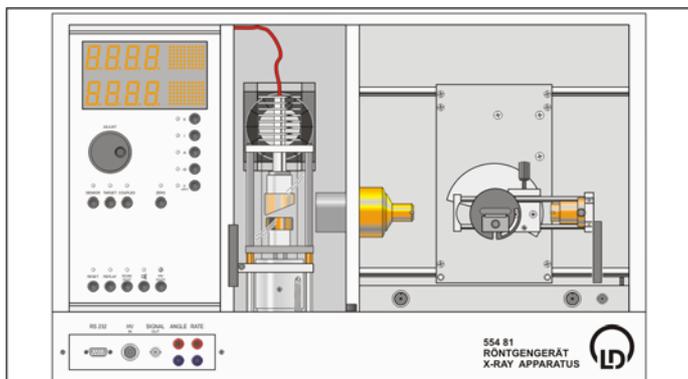


Física	Química · Biologia	Técnica
--------	--------------------	---------



Lehr- und Didaktiksysteme  
LD Didactic GmbH  
Leyboldstrasse 1 · D-50354 Huerth

06/05-W97-Sel



## Instruções de uso 554 811

Aparelho de Raios X (554 811)

Aparelho de Raios X, sem goniômetro (554 812)

## Proteção contra radiações, medidas administrativas

Antes de uma primeira colocação em funcionamento do Aparelho de Raios X, deve-se cuidar para que ela seja realizada segundo as leis, portarias e instruções específicas do país em que a colocação em funcionamento planejada será feita e que ela tenha sido comunicada às autoridades competentes e sido por esta autorizada.

Na República Federal Alemã, a operação do Aparelho de Raios X está subordinada à Portaria sobre Raios X (RöV).

Somente é possível ligar a alta tensão do tubo, e, com isso, gerar os raios X, se os circuitos de segurança estiverem devidamente fechados. Dois circuitos de segurança independentes monitoram as portas corrediças de vidro de chumbo. A alta tensão máxima e a corrente de emissão máxima também estão integradas em um circuito de segurança.

Nas condições operacionais máximas, que não podem ser ultrapassadas, de  $U = 37 \text{ kV}$  e  $I = 1,2 \text{ mA}$ , a potência local da dose a 10 cm de distância da superfície com a qual é possível um contato situa-se abaixo de  $1 \mu\text{Sv/h}$ .

Com isso, o Aparelho de Raios X satisfaz as especificações do tipo construtivo de um dispositivo de raios X escolar e de um aparelho totalmente protegido, tendo recebido a aprovação nº NW 807/97 Rö como Aparelho de Raios X escolar e aparelho totalmente protegido.

Apenas as duas portas corrediças de vidro de chumbo, localizadas no lado frontal do Aparelho de Raios X, devem ser abertas. Se forem abertos o fundo ou as chapas laterais (lacrados por parafusos de segurança) extingue-se a aprovação do tipo construtivo e o Aparelho de Raios X não deve mais continuar sendo operado. A aprovação do tipo construtivo extingue-se igualmente se o Aparelho de Raios X for submetido a manipulações, reparos, etc. que não correspondam à estrutura das experiências a serem feitas na câmara de experiências. Reparos devem ser feitos exclusivamente pelo fabricante, LD Didactic GmbH. As únicas exceções são a substituição do tubo de raios X e eventuais ajustes de altura, possíveis através de furos introduzidos pela fábrica na chapa do fundo.

Para a operação do dispositivo de raios X na República Federal Alemã, deverá ser preenchido e mantido constantemente atualizado o formulário anexo.

## Instruções de segurança

No aparelho de raios X pode ser gerada radiação ionizante com uma potência da dose no cone de radiação do tubo de raios X de mais de  $10 \text{ Sv/h}$ . Já durante curtos períodos de exposição, esta potência pode danificar tecidos vivos. Medidas de proteção e de blindagem instaladas na fábrica reduzem a potência da dose fora do Aparelho de Raios X para abaixo de  $1 \mu\text{Sv/h}$ , um valor que se situa na ordem de grandeza das radiações naturais. Por causa da elevada potência da dose existente no interior do Aparelho de Raios X, este deverá ser obrigatoriamente manipulado com extremo cuidado pelo operador.

O Aparelho de Raios X corresponde às regulamentações de segurança para aparelhos elétricos de medição, comando e regulação e para aparelhos de laboratório conforme a DIN EN 61010, parte 1, e foi construído conforme a Classe de Proteção I. Ele deve ser operado em recintos secos, apropriados para meios operacionais ou dispositivos elétricos. Uma operação segura do aparelho estará garantida se ele for utilizado de acordo com as correspondentes instruções.

- Proteger o Aparelho de Raios X contra o acesso de pessoas não autorizadas.
- Antes da primeira colocação em funcionamento, verificar se a voltagem gravada na plaqueta indicadora da potência (lado traseiro da carcaça) corresponde aos valores da rede local.
- Antes de cada colocação em funcionamento, verificar se não existem danos na carcaça e nos elementos de manobra e de indicação do Aparelho de Raios X, em especial nos vidros e nas portas corrediças de vidro de chumbo, bem como no tubo de vidro de chumbo que envolve o tubo de raios X.
- Controlar também o perfeito funcionamento dos dois circuitos de segurança. (vide o Capítulo 6).  
*Se for constatada uma falha ou uma deficiência, o Aparelho de Raios X não deve ser colocado em operação. O escritório regional ou a representação da LD Didactic GmbH deverá ser informado.*
- Não colocar animais vivos no interior do Aparelho de Raios X.

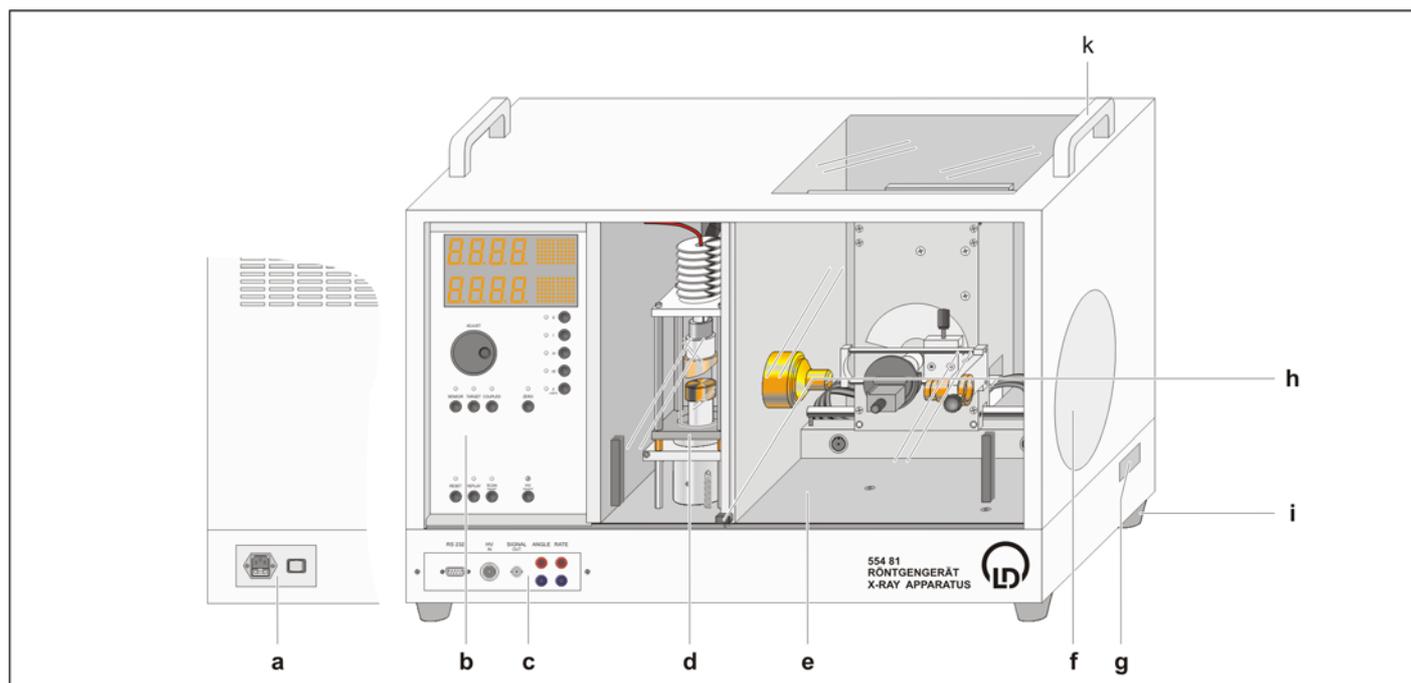
Deverá ser evitado um superaquecimento do ânodo no tubo de raios X:

- Por ocasião da colocação em funcionamento, verificar se o ventilador na área do tubo está girando.

## Índice

<b>1 Vista geral</b>	<b>3</b>	<b>10 Substituição de fusíveis</b>	<b>11</b>
<b>2 Descrição</b>	<b>3</b>	<b>11 Operação e realização de experiências</b>	<b>11</b>
<b>3 Extensão do fornecimento</b>	<b>4</b>	a) Colocar o Aparelho de Raios X em funcionamento	11
a) Aparelho de Raios X (554 811)	4	b) Selecionar parâmetros de medição	11
b) Aparelho de Raios X sem goniômetro (554 812)	4	c) Posicionar manualmente os braços do goniômetro	11
<b>4 Dados técnicos</b>	<b>4</b>	d) Experiências com a tela fluorescente	12
<b>5 Informações relativas à colocação em funcionamento e ao transporte</b>	<b>5</b>	e) Modo operacional „Relógio de exposição“	12
<b>6 Teste funcional dos circuitos de segurança</b>	<b>5</b>	f) Modo operacional „Scan automático“	12
<b>7 Componentes</b>	<b>5</b>	g) Modo operacional „Scan manual“	12
a) Campo de conexão à rede	5	h) „Reflexão de Bragg“ no cristal de NaCl	12
b) Campo de manobras	5		
c) Campo de conexão	7		
d) Câmara do tubo	8		
e) Câmara de experiências	8		
f) Tela fluorescente	9		
g) Canal livre	9		
h) Tecla de travamento	9		
i) Pés	9		
k) Alças para o transporte	9		
<b>8 Registro e avaliação dos dados medidos</b>	<b>10</b>		
a) Medição de taxas	10		
b) Emissão de dados durante um scan	10		
c) Emissão de dados após um scan	10		
d) Registro de dados com o programa „Aparelho de Raios X“	10		
e) Registro de dados com outros programas	10		
<b>9 Conservação e manutenção</b>	<b>11</b>		
a) Guarda	11		
b) Limpeza	11		

## 1 Vista geral



- |                                  |   |                            |                              |
|----------------------------------|---|----------------------------|------------------------------|
| <b>a</b> Campo de conexão à rede | <b>d</b> Câmara do tubo (com tubo de raios X)         | <b>f</b> Tela fluorescente | <b>i</b> Pés                 |
| <b>b</b> Campo de comando        | <b>e</b> Câmara de experiências (aqui com goniômetro) | <b>g</b> Canal livre       | <b>k</b> Alças de transporte |
| <b>c</b> Campo de conexão        |   | <b>h</b> Tecla de bloqueio |                              |

## 2 Descrição

O Aparelho de Raios X é um aparelho completo, comandado por microprocessador, destinado à realização de um sem número de experiências na área da física e de disciplinas afins. Na área limítrofe entre física e medicina, podem ser feitas experiências relativas ao exame de objetos por meio de radiografia e a sua observação na tela fluorescente ou em um filme radiográfico, e experiências relativas à ionização e à dosimetria. Na física, as experiências vão desde a física nuclear até a física dos corpos sólidos.

No Aparelho de Raios X, todos os parâmetros podem ser manualmente ajustados e lidos em um display digital. Ambos os braços do goniômetro de dois circuitos (parte integrante do fornecimento de 554 811) podem ser movimentados individualmente ou em acoplamento 2:1, tanto manual quanto automaticamente. Neste processo, é usualmente girado ou pivotado como "sensor" sobre o braço do sensor um contador Geiger-Müller, e como "target" sobre o braço do target um cristal, um dispersor ou um absorvedor. Adicionalmente, está integrado um *ratemeter* para contadores Geiger-Müller. Por isso, o Aparelho de Raios X pode ser operado opcionalmente como aparelho "stand-alone", com computador conectado através da interface serial RS 232, ou com registrador XY conectado.

É possível realizar as seguintes experiências:

- Radiografia e radioscopia
- Ionização e dosimetria
- Enfraquecimento dos raios X em função do material e da espessura
- *Kontinuum* e linhas características, exame da fonte de raios X
- Estrutura fina e modelo de concha do átomo
- Absorção em função da energia e cantos K
- Lei de Moseley e determinação da frequência de Rydberg
- Efeito de Compton
- Duane-Hunt (determinação de  $h$  a partir do comprimento da onda limite)
- Reflexão de Bragg para a determinação das distâncias entre coordenadas de redes em diversos cristais
- Fotos de Laue e Debye-Scherrer para exames de estruturas de cristais
- Difractometria de Röntgen em folhas metálicas policristalinas e corpos de prova em forma de pó, textura

### 3 Extensão do fornecimento

#### a) Aparelho de Raios X (554 811)

- 1 Aparelho básico de raios X
- 1 Tubo de raios X Mo (554 82)
- 1 Goniômetro (554 83)
- 1 Cristal de NaCl (554 78)
- 2 Certificado de qualidade para o aparelho e o tubo de raios X /\*/
- 2 Cópia da aprovação do tipo construtivo /\*/
- 1 Instrução de uso 554 811
- 1 Instrução de uso 554 82
- 1 Instrução de uso 554 83
- 1 Disquete „Aparelho de Raios X“
- 1 Adaptador D-Sub 25-9
- 1 Cabo V24, 9 pólos (729 769)
- 1 Colimador
- 1 Filtro de zircônio
- 1 Placa de proteção
- 1 Capa protetora contra poeira
- 1 Chave com sextavado interno de 4 mm

#### b) Aparelho de raio X, sem goniômetro (554 812)

- 1 Aparelho básico de raios X
- 1 Tubo de raios X Mo (554 82)
- 2 Certificado de qualidade para o aparelho e o tubo de raios X /\*/
- 2 Cópia da aprovação do tipo construtivo/\*/
- 1 Instrução de uso 554 811
- 1 Instrução de uso 554 82
- 1 Disquete „Aparelho de Raios X “
- 1 Adaptador D-Sub 25-9
- 1 Cabo V24, 9 pólos (729 769)
- 1 Colimador
- 1 Filtro de zircônio
- 1 Placa de proteção
- 1 Capa protetora contra poeira
- 1 Chave com sextavado interno de 4 mm

/\*/ necessários para o registro na República Federal Alemã

### 4 Dados técnicos

Equipamento escolar de raios X e aparelho totalmente protegido, com aprovação do tipo construtivo NW 807 / 97 satisfaz os valores-limite intensificados da Diretriz Européia 96 / 29 / Euratom de 13/05/1996

Comando por microprocessador para alta tensão do tubo, corrente de emissões e goniômetro

Alta tensão do tubo: 0,0 ... 35,0 kV (tensão contínua regulada)

Corrente de emissões: 0,0 ... 1,0 mA

Tubo de raios X visível com ânodo de molibdênio:  $K_{\alpha} = 17,4$  keV (71,1 pm),  $K_{\beta} = 19,6$  keV (63,1 pm)

Tela fluorescente para experiências de radiografia:  $d = 15$  cm

*Ratemeter* embutido:

Taxa máxima interna de contagem: 65535 /s  
Taxa máxima de contagem que pode ser indicada: 9999 /s  
Alimentação de tensão para Contador GM: 500 V fixos  
Tempo de portal para medidor de taxas : 1 ... 9999 s

Dois visualizações de 4 casas (altura 25 mm) para alta tensão do tubo, corrente de emissões, taxa de contagem, ângulos do sensor e do target, faixa de scan, amplitude do passo angular ou tempo de medição por passo angular

Modos operacionais:

Scan automático e manual do goniômetro (sensor ou target sozinho, acoplamento 2:1-), relógio de exposição à luz

Resolução angular do comando do goniômetro:  $0,1^{\circ}$

Faixa angular do comando do goniômetro :  
para target:  $0^{\circ} \dots 360^{\circ}$   
para sensor:  $-10^{\circ} \dots +170^{\circ}$

Execuções:

Cabo coaxial para alta tensão  
Cabo coaxial BNC  
Canal livre para mangueiras, cabo serial, etc.

Saídas:

RS232 para transmissão de dados para o computador  
Saída analógica ANGLE proporcional ao ângulo do scan com 5 V / max. ângulo para  $\beta \geq 0^{\circ}$  (precisão:  $\pm 3\%$ )  
Saída analógica RATE proporcional à taxa de contagem com 5 V /  $10000 \text{ s}^{-1}$  para  $\beta \geq 0^{\circ}$  (precisão:  $\pm 3\%$ )

Circuito de segurança:

dois circuitos de relê independentes nas portas frontais, que desligam ao ser aberta a porta

Tensão de conexão à rede:

vide plaqueta indicadora da potência na parte traseira da carcaça

Absorção de potência: 120 VA

Fusível: Vide plaqueta de fusíveis na parte traseira da carcaça

Dimensões: 67 cm  $\times$  48 cm  $\times$  34 cm

Peso: 37 kg

## 5 Instruções relativas à colocação em funcionamento e ao transporte

O Aparelho de Raios X deve ser manuseado com extremo cuidado pelo operador:

- Imediatamente após ser tirado da embalagem, o Aparelho de Raios X deve ser controlado quanto a danos sofridos durante o transporte e à integridade (vide o Parágrafo 3).

*Se apesar da embalagem especial para o transporte forem constatados danos no Aparelho de Raios X, ele não deverá ser colocado em operação. Informar o Escritório Regional ou a Representação da LD Didactic GmbH.*

- Antes de cada colocação em funcionamento, testar a função dos circuitos de segurança (vide o Capítulo 6).

O Aparelho de Raios X deve ser transportado somente na embalagem original para o transporte e sobre paletes:

- Para isso, a embalagem original para o transporte deve ser guardada.
- Desmontar o colimador e juntá-lo ao aparelho embalado separadamente.
- Se necessário, aparafusar firmemente o goniômetro.

## 6 Teste funcional dos circuitos de segurança

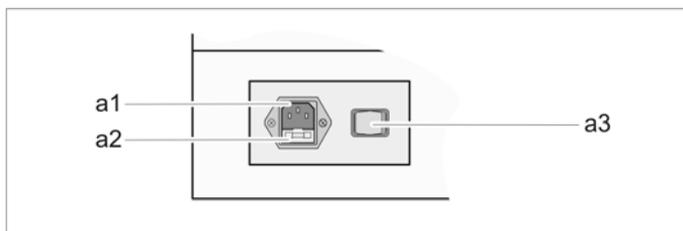
Antes de cada colocação em funcionamento, a função dos circuitos de segurança deve ser testada da seguinte maneira:

- Conectar o Aparelho de Raios X à rede e ligar através do interruptor de rede (vide o Capítulo 7).
- Fechar e travar as portas corredeiras de vidro de chumbo.
- Ajustar a corrente de emissões  $I = 1 \text{ mA}$  e a alta tensão do tubo  $U = 5 \text{ kV}$  (vide o Capítulo 7)
- Acionar o tecla HV ON/OFF e verificar se a luz de controle da alta tensão pisca acima do tecla HV ON/OFF e se o cátodo do tubo de raios X acende.
- Pressionar para baixo o tecla de travamento entre as portas corredeiras de vidro de chumbo e verificar se o aquecimento dos cátodos é desligado (espiral de aquecimento apaga).
- Abrir em seqüência as portas para a câmara do tubo e para a câmara de experiências e verificar em cada uma se a luz de controle da alta tensão apaga.

Se o Aparelho de Raios X apresentar alguma falha, ele não deve mais ser operado. *Informar o Escritório Regional ou a Representação da LD Didactic GmbH.*

## 7 Componentes

### a) Campo de conexão à rede:

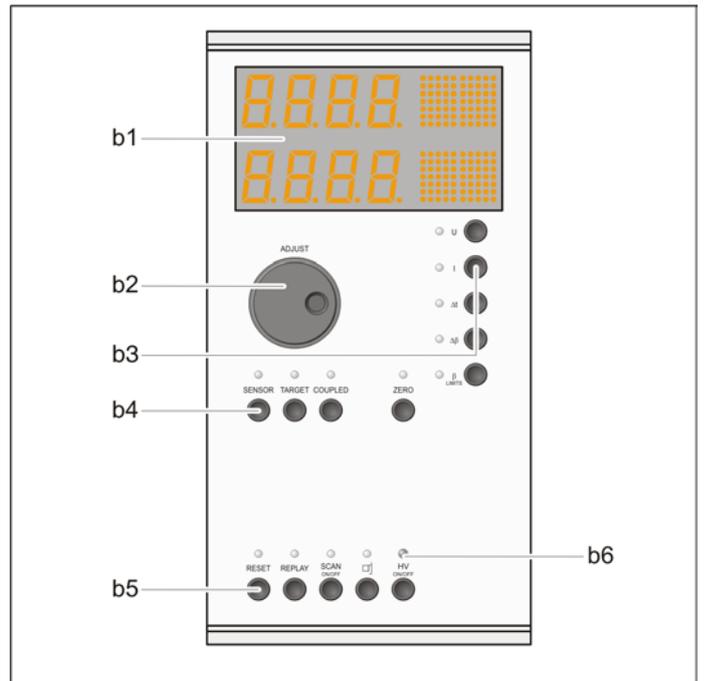


- a1 Bucha de conexão à rede
- a2 Interruptor de segurança
- a3 Interruptor de rede

### b) Campo de operação:

A operação do Aparelho de Raios X é feita com o auxílio de diversas teclas para a seleção dos parâmetros e do modo operacional, de um ajustador giratório para o ajuste do valor desejado para o parâmetro selecionado, e de um display no qual é exibido o valor ajustado. Cada tecla dispõe de uma LED que indica a seleção feita.

Algumas teclas não podem ser acionadas em função do estado operacional do Aparelho de Raios X. Especialmente quando o goniômetro (554 83) não está conectado, algumas teclas ficam sem função.



- b1 Display
- b2 Ajustador giratório
- b3 Tecla para a seleção dos parâmetros
- b4 Tecla para a seleção do Scan-Modus
- b5 Tecla de comando
- b6 Luz de controle da alta tensão

### b1) Display:

Campo de visualização superior:

exibe a taxa de contagem atual (altura dos caracteres: 25 mm, unidade de medida: matriz de pontos de LED)

Campo de visualização inferior:

exibe a grandeza selecionada através de uma tecla (altura dos caracteres: 25 mm, unidade de medida: matriz de pontos de LED)

No Scan-Modus „Coupled“, é exibida no campo inferior a posição angular do target e no campo superior, quando a tecla COUPLED é pressionada repetidas vezes, alternadamente a taxa de contagem e a posição angular do sensor .

### b2) Ajustador giratório ADJUST:

possibilita o ajuste dos valores desejados.

O sensor incremental pode ser girado para a frente e para trás e tem um comportamento dinâmico, ou seja, ao ser girado rapidamente a amplitude dos passos é maior do que quando girado lentamente. Os valores são armazenados depois de pressionada uma tecla.

**b3) Teclas para a seleção dos parâmetros:**

Tecla U:

ativa a exibição e o ajuste da alta tensão  $U$  do tubo.

Faixa de valores: 0,0-35,0 kV

Amplitude dos passos: 0,1 kV

Pré-ajuste: 5,0 kV

O valor ajustado é exibido independentemente do fato da alta tensão do tubo estar ou não ligada (vide teclas SCAN ON/OFF e HV ON/OFF).

Tecla I:

ativa a exibição e o ajuste da corrente de emissões  $I$ .

Faixa de valores: 0,00-1,00 mA

Amplitude dos passos: 0,01 mA

Pré-ajuste: 0,00 mA

O valor ajustado é exibido independentemente do fato da corrente de emissões estar ou não fluindo.

Tecla  $\Delta t$ :ativa a exibição e o ajuste do tempo de medição (por passo angular)  $\Delta t$ .

Faixa de valores: 1-9999 s

Amplitude dos passos: 1 s

Pré-ajuste: 1 s

Tecla  $\Delta\beta$ :

com o goniômetro (554 83) montado, ativa a exibição e o ajuste da amplitude angular dos passos  $\Delta\beta$  para o modo operacional „Scan automático“.

Faixa de valores: 0,0°-20,0°

Amplitude dos passos: 0,1°

Pré-ajuste: 1 s

Através do ajuste  $\Delta\beta = 0,0^\circ$ , o modo operacional „Scan automático“ é desativado, sendo ativado o modo operacional „Relógio de exposição à luz“.

Tecla  $\beta$  LIMITS:

com o goniômetro (554 83) montado, ativa a exibição e o ajuste dos limites angulares inferior e superior para o modo operacional „Scan automático“. Se o limite superior for escolhido menor do que o inferior, não pode ser iniciada uma medição. O display pisca até que este estado seja alterado.

Depois da tecla ser pressionada pela primeira vez, aparece o símbolo . O limite angular inferior pode ser ajustado.

Depois da tecla ser pressionada pela segunda vez, aparece o símbolo . O limite angular superior pode ser ajustado.

O símbolo  no display indica para o ajuste  $\Delta\beta = 0,0$ . O modo operacional "Scan automático" está desativado.

**b4) Teclas para a seleção do Scan-Modus:**

Tecla SENSOR:

com o goniômetro (554 83) montado, ativa o Scan-Modus „Sensor“ nos modos operacionais „Scan automático“ ou „Scan manual“.

Os limites angulares do braço do sensor podem ser definidos para o „Scan automático“. O braço do sensor pode ser movimentado manual ou automaticamente. No campo inferior é exibida a posição angular do sensor.

Tecla TARGET:

com o goniômetro (554 83) montado, ativa o Scan-Modus „Target“ nos modos operacionais „Scan automático“ ou „Scan manual“.

Os limites angulares do braço do target podem ser definidos para o „Scan automático“. O braço do target pode ser movimentado manual ou automaticamente. No campo inferior é exibida a posição angular do target.

Tecla COUPLED:

com o goniômetro (554 83) montado, ativa o Scan-Modus „Coupled“ nos modos operacionais „Scan automático“ ou „Scan manual“.

Os limites angulares do braço do target podem ser definidos para o „Scan automático“. Os braços do sensor e do target podem ser movimentados manual ou automaticamente com o acoplamento angular 2:1. Na movimentação manual, o ponto de referência para o acoplamento 2:1 é a posição angular do target e do sensor antes de pressionada a tecla COUPLED, e na movimentação automática, a posição zero da técnica de medição.

No campo inferior, é exibida a posição angular do target. No campo superior, aparece, depois de pressionada repetidas vezes a tecla COUPLED, alternadamente a taxa de contagem e a posição angular do sensor.

Tecla ZERO:

com o goniômetro (554 83) montado, movimenta os braços do target e do sensor até a posição zero da técnica de medição (vide instrução de uso para o goniômetro).

**b5) Teclas de comando:**

Tecla RESET:

com o goniômetro (554 83) montado, movimenta os braços do target e do sensor para a posição zero da técnica de medição e retorna todos os parâmetros para o ajuste de fábrica.

A alta tensão do tubo é desligada.

Tecla REPLAY:

ativa a leitura da memória dos valores medidos.

As posições angulares manualmente consultadas por meio do ajustador giratório ADJUST e as correspondentes taxas de contagem médias ao longo do tempo de medição  $\Delta t$  são exibidas no display e emitidas através da interface serial RS232. Nas buchas de saída ANGLE e RATE, são emitidas as correspondentes tensões.

Com o goniômetro (554 83) montado, a posição dos braços do goniômetro permanecem inalteradas.

Os valores medidos podem ser consultados quantas vezes forem necessárias enquanto as teclas RESET ou SCAN não forem pressionados e o Aparelho de Raios X não for desligado.

Tecla SCAN ON/OFF:

com o circuito de segurança fechado, liga a alta tensão do tubo e aciona o início do programa de medição. Os valores medidos são depositados na correspondente memória.

A tecla somente pode ser acionada em combinação com uma das teclas SENSOR, TARGET ou COUPLED (modo operacional: „Scan automático“), ou quando  $\Delta\beta = 0.0^\circ$  (modo operacional: „Relógio de exposição à luz“).

No modo operacional „Scan automático“, é primeiramente acessada a posição zero da técnica de medição e depois o limite angular inferior. Em seguida, é ligada a alta tensão do tubo. Tão logo a alta tensão está instalada no tubo e flui uma corrente de emissões, principia o scan. Ponto de início e ponto final são os limites angulares inferior e superior definidos através de  $\beta$  LIMITS.

No modo operacional „Relógio de exposição à luz“, é ligada a alta tensão do tubo. Tão logo a alta tensão está instalada no tubo e flui uma corrente de emissões, o cronômetro retorna e indica o tempo restante de exposição.

Tecla  $\square$ :

liga e desliga a indicação acústica de impulsos para o sensor.

Tecla HV ON/OFF:

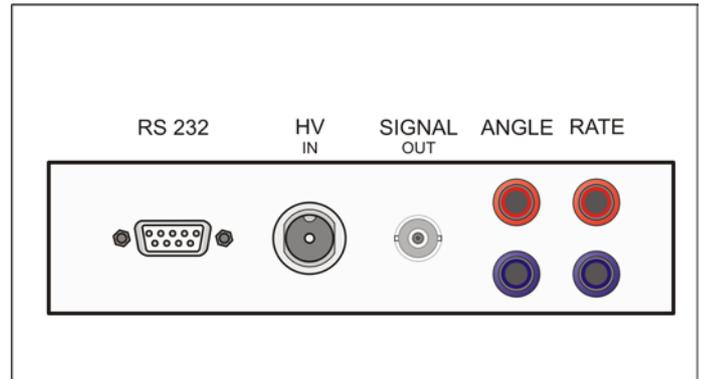
liga e desliga a alta tensão do tubo.

A ligação da alta tensão do tubo é possível somente com os circuitos de segurança fechados.

**b6) Luz de controle da alta tensão:**

pisca quando a alta tensão do tubo está ligada.

A alta tensão do tubo pode ser ligada por meio das teclas SCAN ou HV ON/OFF.

**c) Campo de conexão:**

Saída RS232:

Conexão serial SubD 9 de 9 pólos, conforme ocupação do IBM AT.

A interface RS232 está galvanicamente (optoeletronicamente) separada do Aparelho de Raios X. A conexão ao computador é feita através de um cabo 1:1, no qual são utilizadas somente as três linhas condutoras RxD, TxD e massa.

Entrada HV IN:

Entrada de alta tensão ligada à saída de alta tensão HV OUT na barra de conexão da câmara de experiências.

A entrada de alta tensão permite, por exemplo, experiências com o Contador Geiger-Müller, que é operado em um contador externo.

Saída SIGNAL OUT:

Saída BNC ligada à entrada BNC SIGNAL IN na barra de conexão da câmara de experiências.

A saída BNC permite, por exemplo, experiências com sensores com conexão BNC.

Saída ANGLE:

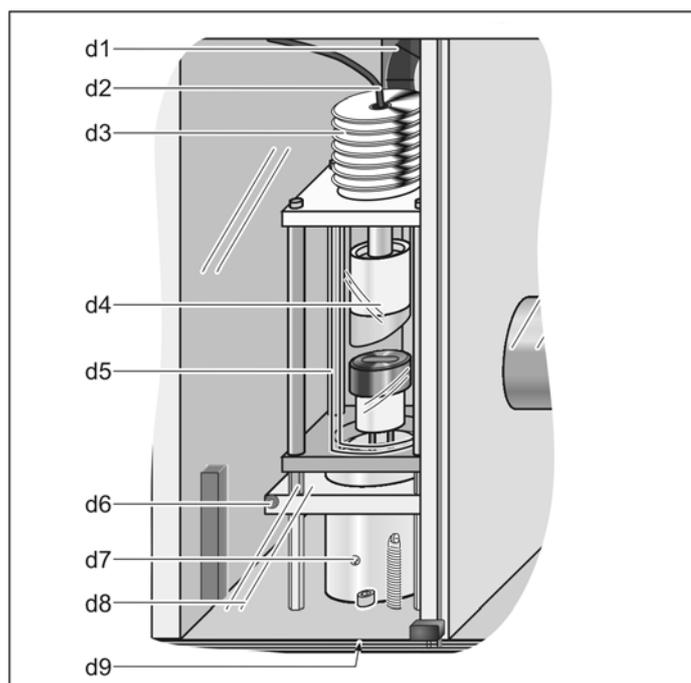
saída analógica para a conexão de um Registrador XY.

Depois de pressionada a tecla SCAN ou REPLAY, é emitida uma tensão angular proporcional de 5 V / max. ângulo para o braço do target do goniômetro.

Saída RATE:

saída analógica para a conexão de um Registrador XY.

Depois de pressionada a tecla SCAN ou REPLAY, é emitida uma tensão proporcional à taxa de contagem de 0,5 V / 1000 /s.

**d) Câmara do tubo:**

- d1 Ventilador
- d2 Cabo de alta tensão
- d3 Corpo de refrigeração
- d4 Tubo de raios X
- d5 Tubo de vidro de chumbo
- d6 Parafuso de retenção
- d7 Soquete do tubo com parafuso de fixação
- d8 Porta corredeira de vidro de chumbo
- d9 Parafuso de regulagem da altura (no piso do Aparelho de Raios X)

A câmara do tubo serve para alojar o tubo de raios X e atua como blindagem para o tubo de raios X.

Graças à porta corredeira de vidro de chumbo existente na frente da câmara e ao tubo de vidro de chumbo em torno do tubo de raios X, este também pode ser visto durante a operação. Assim, pode ser observada, por exemplo, a alteração da temperatura do cátodo quando ocorre variação na corrente de emissões.

**Montagem e desmontagem do tubo de raios X:**

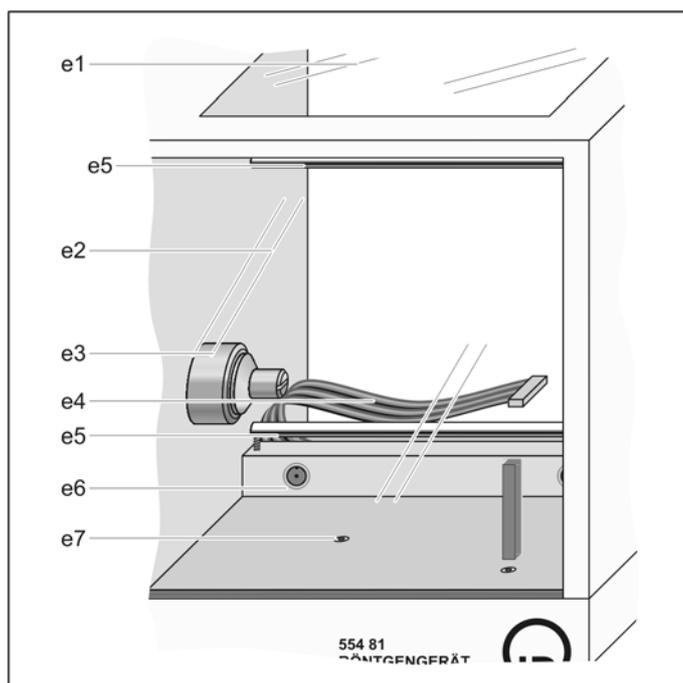
O tubo de vidro de chumbo na câmara do tubo não deve ser removido. Por isso, os seus parafusos de fixação são travados.

- Não soltar os parafusos de fixação.

vide instrução de uso relativa ao tubo de raios X Mo (554 82) e ao tubo de raios X Cu (554 85) .

**Ajuste da altura do tubo de raios X:**

vide instrução de uso relativa ao tubo de raios X Mo (554 82) e ao tubo de raios X Cu (554 85).

**e) Câmara de experiências:**

- e1 Suporte do colimador
- e2 Trilhos de guia
- e3 Cabo chato com interruptor
- e4 Régua de conexão
- e5 Buchas de retenção
- e6 Janela de vidro de chumbo
- e7 Porta corredeira de vidro de chumbo

A câmara de experiências serve para o alojamento dos dispositivos para experiências, como, p.ex., o goniômetro (554 83), o suporte do filme X-ray (554 838) ou o condensador de placas X-ray (554 840), o quais devem ser fixos nas buchas de retenção.

Graças à porta de vidro de chumbo e ao vidro de chumbo, respectivamente diante e acima da câmara de experiências, os dispositivos para experiências podem ser observados bem de perto também durante a operação do tubo de raios X.

**Régua de conexão:**

Entrada GM TUBE / INTERNAL RATEMETER:

Bucha coaxial para a conexão de um contador de janela (559 01).

Saída HV OUT:

Saída de alta tensão ligada à entrada de alta tensão HV IN no campo de conexões.

A saída de alta tensão permite, por exemplo, experiências com um Contador Geiger-Müller, que é operado em um contador externo.

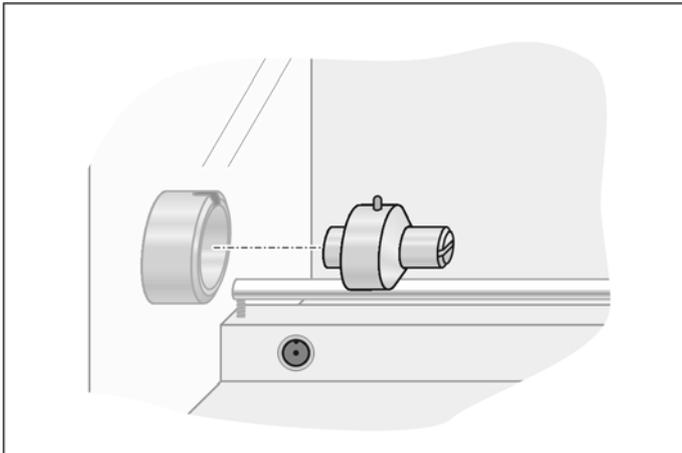
Entrada SIGNAL IN:

Entrada BNC ligada à saída BNC SIGNAL OUT no campo de conexões.

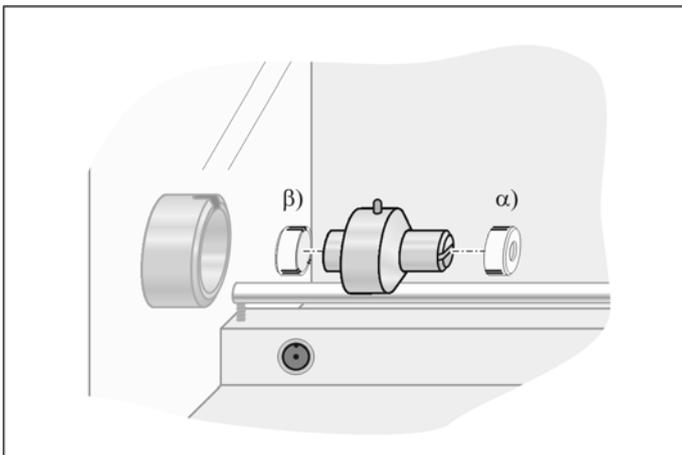
A entrada BNC permite, por exemplo, a utilização de sensores com conexão BNC.

**Montagem do goniômetro:**

vide as instruções de uso para o goniômetro (554 83).

**Montagem do colimador:**

- Girar o colimador de forma que o pino de guia esteja alinhado com a respectiva ranhura do alojamento do colimador e a fenda do colimador se encontre em posição horizontal.
- Introduzir o colimador até que a lingüeta esférica de mola engate no alojamento do colimador.

**Montagem do filtro de zircônio:**

α) procedimento normal:

- Encaixar o filtro de zircônio no colimador

β) quando utilizada a peça adicional Compton X-ray (554 836):

- Retirar o colimador.
- Colocar o filtro de zircônio sobre a extremidade frontal do colimador.
- Montar novamente o colimador juntamente com o filtro de zircônio.

**f) Tela fluorescente:**

A tela fluorescente é um vidro de chumbo revestido de um material fluorescente, com densidade luminosa na direção da câmara de experiências, que serve como um meio simples de comprovação dos raios X, p.ex., durante experiências com raios X em objetos com diferente capacidade de absorção. A „observação direta“ dos raios X incidentes é possibilitada através de excitação de fenômenos luminosos. O diâmetro foi escolhido de forma que a tela fluorescente seja totalmente iluminada estando o colimador desmontado. .

Para proteger a camada fluorescente da luz do ambiente, o disco protetor igualmente fornecido deve ser recolocado depois de terminadas as experiências.

**g) Canal livre:**

O canal livre liga a câmara de experiências com o exterior da carcaça. Ele foi construído como labirinto e a técnica empregada na sua construção oferece proteção contra os raios X. Dessa forma, a câmara de experiências pode ser acessada pelo lado de fora mesmo com as portas corrediças de vidro de chumbo fechadas e a radiação ligada.

A seção transversal retangular (60 mm × 20 mm) do canal livre permite, por exemplo, a execução de um plug D-Sub 25 ou a admissão de uma mangueira de bombeamento para a evacuação de uma câmara de ionização.

**h) Tecla de travamento:**

deve ser pressionada para baixo para permitir a abertura das portas corrediças de vidro de chumbo devidamente fechadas.

A corrente de emissões é desligada ao ser acionada a tecla de travamento.

**i) Pés**

Depois de retirado da embalagem original para o transporte, o Aparelho de Raios X somente deve ser instalado apoiados nos pés.

**k) Alças para o transporte:**

Fora da embalagem especial para o transporte, o Aparelho de Raios X deve ser transportado somente erguido através das alças existentes.

## 8 Registro e avaliação dos dados medidos

### a) Medição de taxas:

O Aparelho de Raios X gera internamente uma alta tensão para um Contador Geiger-Müller, mede continuamente a sua quantidade de impulsos e a exibe no campo superior da tela (independentemente do tempo de medição  $\Delta t$  selecionado) de segundo em segundo na forma de taxa de contagem (1/s). Se não houver um contador ligado, será exibido 0.

Todas as taxas de contagem medidas são continuamente editadas através da interface serial RS232. Depois de pressionada a tecla SCAN, todas as taxas de contagem medidas são armazenadas em uma memória de valores medidos.

### b) Emissão de dados durante um scan:

A posição angular do braço do goniômetro, definida no scan-modus, e a taxa de contagem são representados no display do Aparelho de Raios X. De segundo em segundo, é feita uma atualização tanto da indicação do ângulo após cada nova posição angular do goniômetro quanto da taxa de contagem.

Para o registro através de um computador, todos os parâmetros, a posição angular e a taxa de contagem são transmitidos a cada segundo através da interface serial RS232. Após decorrido o tempo de medição  $\Delta t$  por passo angular, é adicionalmente emitida a quantidade de impulsos durante todo o tempo de medição. Os elementos são separados por espaços em branco para facilitar a transmissão para programas de avaliação.

Para o registro por meio de um aparelho registrador, encontram-se à disposição nas buchas de saída ANGLE e RATE tensões proporcionais aos ângulos e às taxas de contagem. As tensões mudam depois de decorrido o tempo de medição  $\Delta t$  selecionado por passo angular. A tensão na saída RATE corresponde ao valor médio da taxa de contagem ao longo do tempo de medição  $\Delta t$ .

### c) Emissão de dados após um scan:

Depois de concluído um scan, o conteúdo de toda a memória de valores medidos pode ser consultado por meio da tecla REPLAY. Para isso, as posições angulares do braço do goniômetro, definidas no scan-modus, são manualmente acessadas umas depois das outras através do ajustador giratório ADJUST.

No display aparecem a posição angular e a taxa de contagem média ao longo do tempo de medição  $\Delta t$  por passo angular. Através das buchas de saída ANGLE e RATE, são emitidas tensões proporcionais. A corrente de dados através da interface serial RS232 contém a quantidade de impulsos durante o tempo de medição  $N(dt)$  (vide abaixo).

Formato da corrente de dados através da interface serial RS232

Xray2.0	Nº da versão do software operacional
1	Sinal de atividade: 0 sem, 1 Scan, 2 Replay
S=C, S ou T	Scan-Modus: C Coupled, S Sensor, T Target
U=35.0kV	Alta tensão do tubo
I=1.0mA	Corrente de emissões
$\beta 1=2.5^\circ$	Limite inferior do scan
$\beta 2=61.5^\circ$	Limite superior do scan
$d\beta=0.1^\circ$	Amplitude do passo
dt=3s	Tempo de medição por passo angular
$\beta T= 4.1^\circ$	Ângulo atual do target
$\beta S= 8.2^\circ$	Ângulo atual do sensor
R= 397 /s	Taxa de contagem durante 1 segundo
$N(dt)= 1108$	Quantidade de impulsos durante o tempo de medição (neste caso, 3 s).

```
Xray2.0 1 S=C U=35.0kV I=1.0mA  $\beta 1=2.5^\circ$   $\beta 2=61.5^\circ$   $d\beta=0.1^\circ$  dt=3s  $\beta T= 4.1^\circ$   $\beta S= 8.2^\circ$  R= 372 /s
```

```
Xray2.0 1 S=C U=35.0kV I=1.0mA  $\beta 1=2.5^\circ$   $\beta 2=61.5^\circ$   $d\beta=0.1^\circ$  dt=3s  $\beta T= 4.1^\circ$   $\beta S= 8.2^\circ$  R= 339 /s
```

```
Xray2.0 1 S=C U=35.0kV I=1.0mA  $\beta 1=2.5^\circ$   $\beta 2=61.5^\circ$   $d\beta=0.1^\circ$  dt=3s  $\beta T= 4.1^\circ$   $\beta S= 8.2^\circ$  R= 397 /s |  $N(dt)= 1108$ 
```

### d) Registro de dados com o programa „Aparelho de Raios X“:

A corrente de dados através da interface serial pode ser registrada, representada e avaliada com o programa „Aparelho de Raios X“, que é parte integrante do fornecimento. A instalação do programa pressupõe um computador devidamente configurado com o sistema operacional Windows 95/NT ou um mais atualizado. O programa contém um auxílio pormenorizado em relação a todas as suas funções, bem como inúmeras dicas e instruções para experiências. Depois do início do programa, este auxílio pode ser chamado através de F1 e também impresso. Todo o arquivo auxiliar „Xray.hlp“ encontra-se no mesmo índice que o programa "Aparelho de Raios X". No Explorer, ele pode ser chamado e impresso com um duplo clique.

A instalação deve ser feita através do programa „setup.exe“ no disquete fornecido, após seleção do idioma desejado e do diretório de instalação. Após a instalação, o programa „Aparelho de Raios X“ encontra-se no menu de início sob "Programas" → "Aparelho de Raios X". Mais tarde, ele pode ser novamente desinstalado no „Comando do sistema“ sob "Software". Eventuais updates (ampliações, correções de erros) podem ser obtidos gratuitamente no nosso servidor na Internet „<http://www.ld-didactic.com>“.

Após o início do programa, a interface serial pode ser alterada por meio da tecla F5 ("Ajustes" → "Geral"). Também o idioma escolhido pode ainda ser mais tarde alterado. Havendo problemas com o sinal decimal de separação, deverá ser feita a devida modificação deste sinal no ajuste de países (Windows 95: „Comando do sistema“ → „Ajuste de países“ → „Números“).

Quando aparece a mensagem de erro „Aparelho de Raios X não encontrado“, são possíveis as seguintes causas:

- O Aparelho de Raios X está desligado.
- O cabo serial entre o Aparelho de Raios X e o Computador não está corretamente conectado.
- A interface serial não está corretamente ajustada.
- A tecla REPLAY está pressionada.

### e) Registro de dados com outros programas:

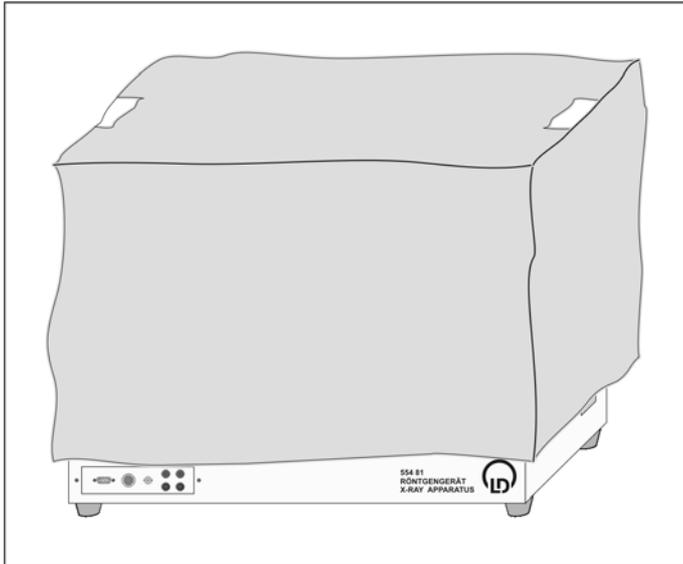
Para a avaliação com outros programas, pode-se conduzir alternativamente a corrente de dados para um arquivo de texto por meio do programa de transmissão „Hyper Terminal“ (acessório sob Windows 95) ou do programa de transmissão „Terminal“ (grupo principal sob Windows 3.1). Informações relativas à utilização desses programas de transmissão podem ser extraídas do manuais dos sistemas operacionais ou obtidas nos auxílios online.

Ajustes do programa Terminal para a adoção de dados:

- Taxa de transmissão: 9600 Baud
- Bits dos dados: 8 Bit
- Bits de parada: 1
- Paridade: nenhuma
- Protocolo: nenhum
- Conexão: de livre escolha (em regra, COM2)

## 9 Conservação e manutenção

### a) Guarda:

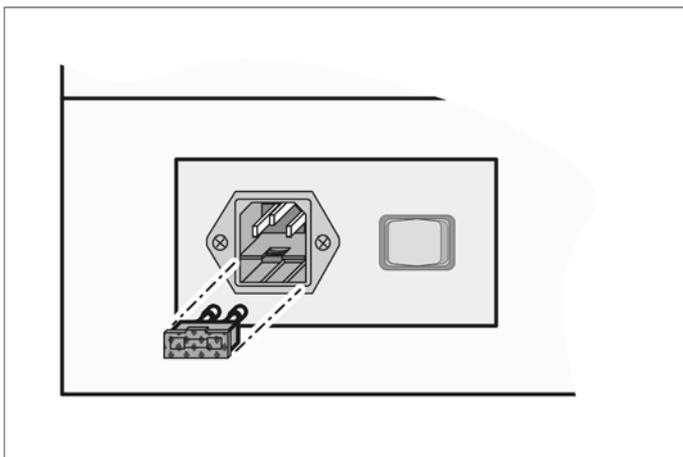


- Encaixar a placa de proteção para proteger a camada fluorescente da tela contra a luz do ambiente
- Se o aparelho for guardado durante um tempo mais longo, ele deve ser coberto com a capa protetora contra poeira.

### b) Limpeza:

- Todas as superfícies de vidro do Aparelho de Raios X devem ser limpas somente com um limpador suave (o vidro de chumbo é muito mole e risca com facilidade).
- Superfícies pintadas do Aparelho de Raios X não devem ser limpas com agentes de limpeza agressivos.

## 10 Substituição de fusíveis



- Retirar o suporte dos fusíveis.
- Examinar se o fusível sobressalente tem o valor correto (vide os dados técnicos) e substituir o fusível defeituoso pelo fusível sobressalente.
- Introduzir novamente o suporte dos fusíveis.

## 11 Operação e realização de experiências

### a) Colocar em funcionamento o Aparelho de Raios X:

- Conectar à rede e ligar o Aparelho de Raios X.
- Pressionar a tecla U.
- Por meio do ajustador giratório ADJUST, ajustar, p.ex.,  $U = 20 \text{ kV}$ .  
O valor desejado é exibido no display.
- Pressionar a tecla I.
- Por meio do ajustador giratório ADJUST, ajustar, p.ex.,  $I = 1,00 \text{ mA}$ .  
O valor desejado é exibido no display.
- Examinar se as portas corredeiras de vidro de chumbo estão devidamente fechadas e pressionar a tecla HV ON/OFF.  
A luz de controle da alta tensão pisca e o cátodo incandescente do tubo de raios X acende. Raios X estão sendo gerados.
- Pressionar a tecla I e variar a corrente de emissões  $I$  por meio do ajustador giratório ADJUST.  
A luminosidade do cátodo incandescente se altera.

### b) Selecionar parâmetros de medição:

- Pressionar a tecla U, I,  $\Delta t$ ,  $\Delta \beta$  ou  $\beta$  LIMITS.
- Ajustar o valor desejado por meio do ajustador giratório ADJUST.  
O valor desejado é exibido no display.
- Pressionar uma tecla qualquer.  
A seleção dos parâmetros está concluída.

### c) Posicionar manualmente os braços do goniômetro:

O goniômetro deve ser ajustado exclusivamente através de motores passo a passo:

- Não bloquear e não ajustar com violência os braços do target e do sensor do goniômetro.

- Pressionar a tecla SENSOR ou a tecla TARGET.
- Ajustar o ângulo desejado por meio do ajustador giratório ADJUST.  
No display é representado o valor teórico, o braço do target ou do sensor move-se para a posição angular desejada.

ou:

- Pressionar a tecla COUPLED.
- Ajustar o ângulo desejado para o target por meio do ajustador giratório ADJUST.

No display é representado o valor teórico, o braço do target move-se para a posição angular desejada, o braço do sensor continua se movendo ao mesmo tempo com o dobro da amplitude do passo angular.

Nota: Somente vale „ângulo do sensor =  $2 \times$  ângulo do target" se anteriormente tiver sido acessada a posição zero da técnica de medição por meio da tecla ZERO.

**d) Experiências com a tela fluorescente:**

Experiências com a tela fluorescente abrem um primeiro acesso à propagação retilínea dos raios X. Além disso, pode ser observada a influência dos parâmetros „corrente de emissões“ e „alta tensão do tubo“ sobre a luminosidade e o contraste da figura na tela.

- Realizar as experiências em um recinto escurecido.
- Remover a placa de proteção da tela e desmontar o colimador.
- Para gerar um imagem nítida, colocar o objeto a ser radiografado bem perto da tela fluorescente; para gerar uma imagem ampliada, levar o objeto para longe da tela para a faixa das radiações.
- Fechar as portas corredeiras de vidro de chumbo do Aparelho de Raios X.
- Ajustar os valores desejados para os parâmetros  $I$  e  $U$  e ligar a alta tensão do tubo por meio do tecla HV ON/OFF.
- Variar os parâmetros de medição  $I$  e  $U$ .
- Colocar a placa de proteção após concluídas as experiências.

**e) Modo operacional „Relógio de exposição à luz“:**

No modo operacional „Relógio de exposição à luz“, pode ser definido, por exemplo, o tempo de exposição para filmes ou o tempo para a medição de taxas individuais de contagem.

- Montar os acessórios desejados (p.ex., goniômetro e sensor ou suporte de filme X-ray).
- Se necessário, levar manualmente o braço do sensor ou do target do goniômetro para a posição desejada por meio do ajustador giratório ADJUST.
- Selecionar os parâmetros de medição  $I$  e  $U$ .
- Ajustar a amplitude do passo angular  $\Delta\beta = 0.0^\circ$ .
- Ajustar o tempo de medição  $\Delta t$  desejado.
- Iniciar a medição com a tecla SCAN.

No display, o tempo restante de medição é exibido até chegar a zero. Os braços do target e do sensor permanecem na posição selecionada.

- Após decorrido o tempo de medição, pressionar a tecla REPLAY.

No display aparece a taxa média de contagem  $\Delta t$  ao longo do tempo de medição.

**f) Modo operacional „Scan automático“:**

No modo operacional „Scan automático“, o movimento dos braços do goniômetro ocorre automaticamente depois de pressionada a tecla SCAN. Neste processo, podem ser selecionados os modos de scan „Target“, „Sensor“ ou „Coupled“.

Enquanto é percorrido um scan, são exibidos no display a taxa atual de contagem e a posição do target, ou, no scan-modus „Coupled“, opcionalmente, a posição do sensor ou do target. (vide tecla COUPLED). Além disso, são armazenados no Aparelho de Raios X todos os valores medidos (ângulos e taxas de contagem).

- Para selecionar o Scan-Modus pressionar as teclas TARGET, SENSOR ou COUPLED.
- Pressionar a tecla  $\beta$ -LIMITS e ajustar o limite inferior do scan por meio do ajustador giratório ADJUST.

- Pressionar novamente a tecla  $\beta$ -LIMITS e ajustar o limite superior do scan por meio do ajustador giratório ADJUST. Selecionar os parâmetros de medição  $I$  e  $U$ .
- Selecionar a amplitude angular dos passos  $\Delta\beta$ .
- Ajustar o tempo de medição  $\Delta t$  desejado por passo angular.
- Se necessário, conectar o computador através da interface serial RS232 e iniciar o programa Aparelho de Raios X.
- Iniciar o „Scan automático“ por meio da tecla SCAN.
- Se necessário, pressionar a tecla REPLAY e através do ajustador giratório ADJUST consultar os dados medidos armazenados para cada passo angular.

**g) Modo operacional „Scan manual“:**

No modo operacional „Scan manual“, o movimento dos braços do goniômetro ocorre manualmente através do ajustador giratório ADJUST. Neste processo, podem ser selecionados os modos de scan „Target“, „Sensor“ ou „Coupled“.

- Para selecionar o Scan-Modus, pressionar as teclas TARGET, SENSOR ou COUPLED.
- Selecionar os parâmetros de medição  $I$  e  $U$ .
- Ajustar o tempo de medição por passo angular  $\Delta t = 1s$ .
- Se necessário, conectar o computador através da interface serial RS232 e iniciar o programa Aparelho de Raios X.
- Por meio do ajustar giratório ADJUST, levar manualmente o braço do goniômetro para a posição angular desejada.
- Esperar aproximadamente 2 s até que a taxa de contagem para a nova posição angular apareça no display, e anotá-la.

Nota: No caso de taxas de contagem mais baixas, que ocorrem, p.ex., em ordens de difração da reflexão de Bragg mais altas, pode, em princípio, ser ativado, para a determinação mais precisa da taxa de contagem, uma relógio de exposição à luz para cada posição angular. Em seguida, após decorrido o tempo de medição, deverá ser pressionada para cada posição angular a tecla REPLAY para a exibição da taxa de contagem. É verdade que este processo demanda bastante tempo.

**h) „Reflexão de Bragg“ no cristal de NaCl:**

- Montar o colimador.
- Montar completamente o goniômetro (554 83).
- Montar o contador de janela (559 01) como sensor.
- Montar o cristal de NaCl para a Reflexão de Bragg (554 78) como target.
- Se necessário, ajustar a posição zero da técnica de medição.
- Selecionar os parâmetros de medição  $U$ ,  $I$ ,  $\Delta t$  e  $\Delta\beta$ : (p.ex.:  $U = 35,0 \text{ kV}$ ,  $I = 1,0 \text{ mA}$ ,  $\Delta t = 10 \text{ s}$  e  $\Delta\beta = 0,1^\circ$ ).
- Pressionar a tecla COUPLED.
- Ajustar os limites inferior e superior do ângulo do target para os valores desejados: (p.ex.:  $2,5^\circ$  e  $30^\circ$ )
- Conectar o computador com o programa instalado „Aparelho de Raios X“ e iniciar o programa.
- Pressionar a tecla SCAN para iniciar o registro.