

SELEÇÃO PÚBLICA FAPESP E MCTI/FINEP/FNDCT – PROPOSTAS PARA INOVAÇÃO - PAPPE-PIPE III 2014

ANEXO 1

LISTA DE DESAFIOS TECNOLÓGICOS

Identificação dos Desafios Tecnológicos

Fontes de luz síncrotron são equipamentos de pesquisa de grande porte para a produção de feixes de radiação eletromagnética de amplo espectro (infravermelho, visível, ultravioleta e raios-x) e de alta intensidade – uma “lâmpada universal”. O Brasil foi pioneiro, entre os países em desenvolvimento, ao projetar e construir a primeira fonte de luz síncrotron do hemisfério sul, que hoje opera em 1.37 GeV e possui 18 estações experimentais abertas a pesquisadores acadêmicos e industriais de toda a América Latina. Esta fonte, de segunda geração, colocou-nos em condições de desenvolver pesquisa avançada a nível internacional nos anos 90, atingindo cerca de 1600 usuários. Como uma instalação aberta de pesquisa básica e aplicada, a primeira no Brasil, o Laboratório Nacional de Luz Síncrotron (LNLS) tem desempenhado um papel importante na integração nacional e regional, sendo que 16% dos usuários que utilizam as instalações são oriundos de outros países da América Latina.

Passada a fase em que o Laboratório Nacional de Luz Síncrotron adquiriu a tecnologia de luz síncrotron, o LNLS está trabalhando agora no projeto de uma nova fonte de luz síncrotron de terceira geração, o Sirius, um acelerador síncrotron de 3 GeV e 0.28 nm radiano de emitância, que será a melhor do mundo na sua classe. Esta nova fonte terá brilho comparável ou melhor do que todas aquelas em construção ou recentemente construídas nas Américas, Europa e Ásia, permitindo que o Brasil se mantenha competitivo pelos próximos 20 anos. O projeto e a construção de muitos dos principais equipamentos do sistema serão brasileiros, assim como o foram para a primeira fonte em operação no LNLS. No entanto, ao contrário do passado, o envolvimento da indústria nacional neste novo projeto será muito mais intenso e fundamental para o sucesso.

Por esse envolvimento e pelas demandas do projeto, identificou-se no momento de sua concepção equipamentos, dispositivos e sistemas com alto grau de complexidade, não encontrados em prateleiras ou sob encomendas mas que pudessem ser desenvolvidos por empresas no Brasil, chamados de **Desafios Sirius**, que seguem descritos abaixo:

1. Fabricação de câmaras para ultra alto vácuo:

Introdução

Nas fontes de luz síncrotron (FLS), a aceleração dos elétrons e a extração da luz síncrotron necessitam de ambientes com pressões na faixa de ultra-alto vácuo (10^{-7} a 10^{-11} mbar). Por exemplo, a pressão de vácuo nos aceleradores deve ser a mais baixa possível para que o feixe de elétrons tenha um nível aceitável de espalhamento devido ao choque com moléculas de gás e geração de radiação bremsstrahlung.

Geralmente, as câmaras de vácuo dos aceleradores e linhas de luz (extração e condução da luz até as estações experimentais) são compostas de diferentes materiais e geometrias. Por exemplo, para a construção das câmaras de vácuo de todos os aceleradores do Sirius serão utilizadas ligas de cobre, aço inoxidável austenítico, alumina, entre outros materiais, de modo a atender as diferentes exigências e necessidades para cada componente.

Da mesma forma, as câmaras dos aceleradores e das linhas de luz têm características e, em muitos casos, componentes com especificações diferentes quando se trata da pressão de vácuo. No caso das câmaras dos aceleradores, as pressões atingíveis por esses componentes devem ser inferiores a $1 \cdot 10^{-9}$ mbar. No caso das linhas de luz, a pressão de vácuo desejada para cada componente dependerá da faixa de energia da luz síncrotron que se deseja utilizar. Por exemplo, as linhas de ultravioleta de vácuo são as mais exigentes do ponto de vista de pressão de vácuo, pois todos os seus componentes devem trabalhar em pressões na faixa de ultra-alto vácuo (pressões inferiores a $1 \cdot 10^{-9}$ mbar). Principalmente os seus elementos ópticos como os monocromadores e os espelhos. Além disso, nestas linhas o sistema de vácuo é compartilhado diretamente com o sistema de vácuo da FLS, ou seja, não há nenhum tipo de isolamento físico entre ambos (por exemplo, janelas ou qualquer outro anteparo). Já as linhas de raios-x são menos exigentes do ponto de vista de vácuo, mas ainda sim seus componentes devem trabalhar em ultra-alto vácuo (pressões inferiores a $1 \cdot 10^{-7}$ mbar).

Finalmente, deve-se atentar que a obtenção de pressões na faixa de ultra-alto vácuo depende de uma série de fatores dos componentes que constituem o sistema de vácuo, como: materiais utilizados na construção, cuidados durante o processo de fabricação, características superficiais das faces expostas ao vácuo, além do procedimento e grau de limpeza dos componentes.

Requerimentos técnicos

- Tolerâncias dimensionais lineares e angulares de acordo com o desenho especificado pelo LNLS respeitando a norma NBR ISO 2768-1 ou valor especificado no desenho. As tolerâncias dimensionais deverão ser mantidas após o processo de condicionamento dos componentes.
- A verificação dimensional poderá ser feita através de um “gabarito” a ser utilizado como referência. O processo de checagem dimensional, bem como os equipamentos a serem utilizados, deverão ser previamente informados à equipe técnica do LNLS para validação e aprovação.
- A usinagem das peças poderá ser realizada com a tecnologia convencional de usinagem. Porém, esta só poderá ser conduzida fazendo-se uso de fluidos de corte à base de água, para não prejudicar a futura qualidade de limpeza das peças;
- O material para a construção dos componentes deve ser o aço inoxidável austenítico ABNT 316L (ou equivalente), salvo exceções devidamente notificadas pela equipe técnica responsável no LNLS. No entanto, todo material deve ter por obrigação

certificado de origem, qualidade, análise química e propriedades mecânicas. Além disso, deverão ser apresentadas análises de contraprova que atestem os resultados fornecidos com a matéria-prima;

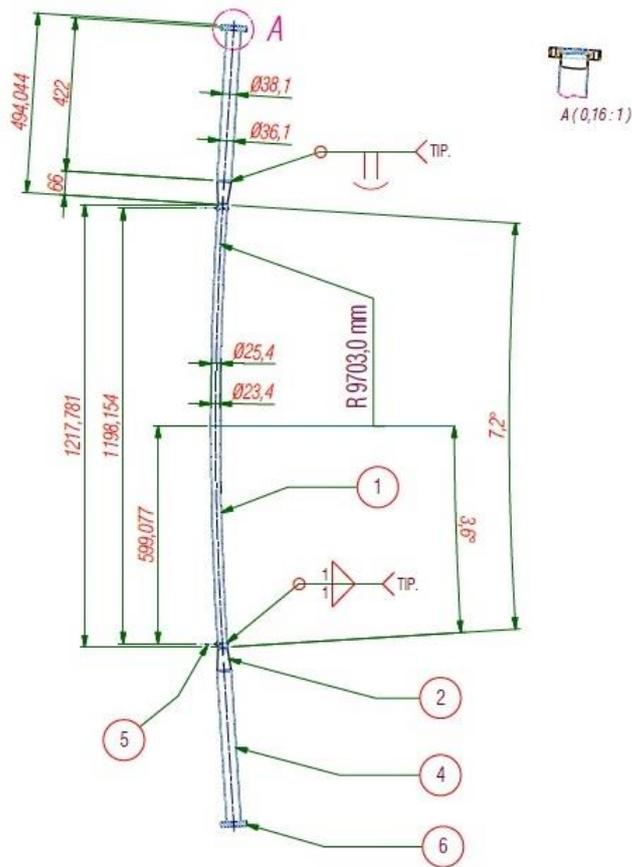
- Todos os materiais utilizados na fabricação das câmaras deverão ser não-magnéticos ou apresentar permeabilidade magnética relativa inferior a 1,01. Toda a estrutura do material deve ser essencialmente austenítica, sendo tolerável no máximo 1 inclusão do tipo A, B e C e no máximo 1,5 inclusão do tipo D de acordo com a ASTM E 45-11a.
- Os tubos de aço Inoxidável devem seguir as especificações estabelecidas pela Norma ASTM A269 – 10 referentes à composição química, propriedades mecânicas, tolerâncias dimensionais e geométricas. Em caso de alguma tolerância conflitante com a NBR ISO 2768-1, o valor mais apertado de tolerância deverá ser utilizado. É desejável que os flanges sejam confeccionados a partir de barras forjadas. Segue desenho de um trecho de câmara dos dipolos do anel.
- Todas as soldas deverão ser feitas através de processo TIG do lado que ficará exposta ao vácuo, sem material de adição, sem porosidade ou trincas. Os soldadores deverão, obrigatoriamente, ter certificado de qualificação (CQS) segundo norma ASME ou equivalente e experiência mínima de dois anos com o método de soldagem TIG (Tungsten Inert Gas) em chapas e tubos de aço inoxidável.
- Algumas câmaras terão grande porte em formato retangular e/ou circular, por isso as vedações dos grandes flanges são feitas mediante fio de alumínio, que utiliza um método de construção e montagem especialmente desenvolvido pelo LNLS. Por isso, as especificações do sistema de vedação desses flanges deverão ser respeitadas, para não comprometer o uso da câmara pós-finalizada.

Demanda

- Da ordem de 400 câmaras de ultra-alto vácuo para o sistema injetor do Sirius (booster e linhas de transporte), tendo diferentes geometrias (vide exemplo na Figura 1).
- Entre monocromadores e espelhos serão necessárias aproximadamente 80 câmaras (vide exemplos nas Figura 2 e 3) para todas as linhas de luz propostas para o Sirius. Além das câmaras que conectarão esses elementos e auxiliarão na condução da luz síncrotron desde a fonte até as estações experimentais.

Competências Necessárias

Experiência em projetos mecânicos de sistemas para ultra-alto vácuo e experiência em usinagem, soldagem, limpeza e manuseio de componentes para ultra-alto vácuo.



ITEM	DESCRIÇÃO	QTDE	ARQUIVO	MATERIAL	MASSA (Kg)
6	Flange CF 40 PD_SIRIUS	2	CF40PD_SIRIUS ipt	Aço Inox AISI 316L	0,5 kg
5	Guia de Alinhamento da Câmara.	2	SIRIUS-VAC-CAMVAC-001-004 ipt	Aço Inox AISI 316L	0,0 kg
4	Extensão	2	SIRIUS-VAC-CAMVAC-001-003 ipt	Aço Inox AISI 316L	0,8 kg
2	Transição Tubo de 25,4 mm para Tubo de 38,1 mm	2	SIRIUS-VAC-CAMVAC-001-002 ipt	Aço Inox AISI 316	0,1 kg
1	Câmara de Vácuo.	1	SIRIUS-VAC-CAMVAC-001-001 ipt	Aço Inox AISI 316L	0,7 kg

COD. ATIVIDADE	PROJETO:	
ORIGEM	SIRIUS-VAC-CAMVAC-001.idw	
DATA	07/08/2013	
IMPRESSO POR	Flavio 29/05/2012 19:27:11	
DIRETÓRIO:\1\Grupos\Vac\Booster\Câmara\2\pontos\SIRIUS-VAC-CAMVAC-001.dwg		

EXCETO ONDE INDICADO, TOLERÂNCIAS DIMENSIONAIS E GEOMÉTRICAS CONFORME NBR ISO 2768-HE ACABAMENTO GERAL N8 (Ra 3,2µm).

Figura 1 - Câmara de vácuo dos dipolos do booster do Sirius.

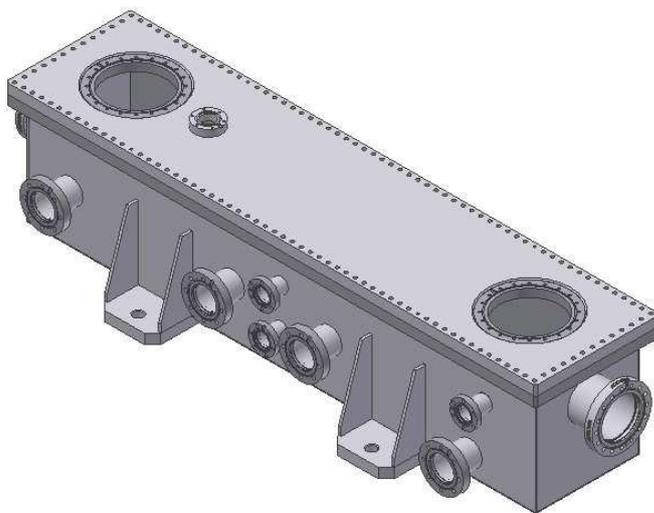


Figura 2 - Câmara para espelho formato retangular.



Figura 3 - Câmara para monocromador formato retangular.

2. Monitores Fluorescentes:

Introdução

Monitores de perfil transversal de feixe de elétrons são dispositivos que permitem a determinação das dimensões e posição do feixe ao longo de aceleradores lineares, aceleradores circulares e linhas de transporte. Monitores fluorescentes de perfil são muito úteis em situações de comissionamento para ajustar de forma grosseira e inicial a trajetória do feixe de elétrons. Este monitor é um tipo de dispositivo destrutivo de diagnóstico que converte a informação do perfil de intensidade do feixe de elétrons em intensidade de luz visível.

O dispositivo tem como parte principal uma tela fluorescente com uma grade de linhas horizontais e verticais colocada a 45° em relação ao eixo do feixe. Essa tela é móvel e pode ser inserida no caminho do feixe através de um acionador pneumático. A luz gerada pela interação das partículas e da tela é captada por uma câmera de vídeo e essa informação visual deve chegar até à sala de controle dos aceleradores. Espera-se ter monitores de fluorescência em todas as linhas de transporte e no síncrotron injetor. A tela fluorescente geralmente é construída de alumina (Al_2O_3) dopada com cromo (Cr).

Requerimentos técnicos

- Projeto de monitores fluorescentes de perfil usando - sempre que possível - peças comerciais, como por exemplo, câmara de vácuo em “T” de aço inox 316L já com passantes de vácuo do fabricante MDC.
- O projeto deve manter a câmera de vídeo o mais longe possível da flange de vidro (compatível com ultra alto vácuo) por onde será filmada a tela fluorescente. Altos níveis de radiação podem reduzir a vida útil da câmera. O projeto deve conter todo o caminho ótico entre a tela fluorescente e a câmera (espelhos, lentes, blindagem contra luz externa, etc.) de modo a possibilitar a aquisição de imagens com resolução adequada.
- As câmeras utilizadas devem possibilitar fácil integração e ligação em rede, uma vez que dezenas de dispositivos deverão ser integrados numa interface única. Câmeras digitais devem ser usadas. Resolução final da imagem da ordem de 0.05 mm é suficiente para essa aplicação.
- O acionador pneumático deve ter repetibilidade de posicionamento de 0.2 mm, ou melhor.
- O conjunto deve fornecer e receber informações através de sinais elétricos: chaves de fim de curso e iluminação remota do interior da câmara de vácuo devem estar presentes no monitor.
- Detalhes da mecânica de vácuo do monitor (tipo de flanges recomendadas e máximas dimensões), bem como informações sobre as dimensões do feixe a ser monitorado serão passadas mais adiante.
- Após produção dos protótipos, algumas poucas unidades devem ser integradas em rede e monitoradas usando uma interface de aquisição de dados/imagens a ser definida em comum acordo com o LNLS. Também deve ser provado o funcionamento remoto dos monitores (comandos para mudança de posição da tela fluorescente e para ligar/desligar a iluminação).
- A interface de aquisição de dados deve já conter algoritmos de detecção automática das imagens do feixe e rotinas para determinação das coordenadas e características do centroide (posição relativa e dimensões).

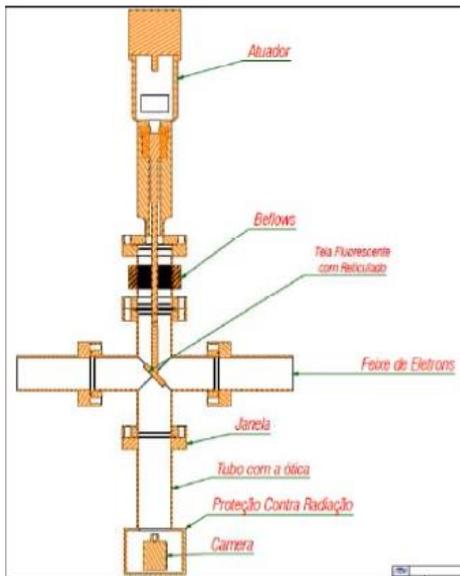


Figura 1: Desenho esquemático de um monitor de perfil não refrigerado com atuador pneumático e foto de um monitor de perfil de um acelerador de Taiwan.

Demanda

Aproximadamente 50 (cinquenta) unidades.

Competências Necessárias

Experiência em automação, ótica, e mecânica compatível com ultra alto vácuo.

3. Berços

Introdução

Em máquinas de ultra baixa emitância, como o Sirius, a estabilidade vibracional dos magnetos é extremamente crítica. Isso significa que os suportes devem ser projetados para atenuar ou, pelo menos, não amplificar nenhuma frequência existente no solo. Também devem manter um feixe de elétrons, que em alguns trechos do acelerador possui apenas 1.5 micrometros de dimensão vertical, percorrendo uma órbita de 500 metros de circunferência implica em uma série de cuidados que vão desde a estabilidade térmica de $\pm 0.1C$ no túnel do acelerador até uma análise rigorosa das vibrações existentes no Campus do Sirius. Ao mesmo tempo, devem permitir que os magnetos sejam alinhados com bastante precisão. Esse compromisso entre rigidez às vibrações e precisão de posicionamento torna o projeto dos berços dos magnetos bastante complicado e fortemente dependente não só de simulações mecânicas, como também de medidas e análise dos modos de vibração. Como os magnetos são os principais responsáveis pela trajetória dos elétrons, a estabilidade de seus suportes é crítica para o desempenho da máquina.

Na versão atual do projeto Sirius, os berços para os magnetos seriam de 4 tamanhos diferentes, sendo que o comprimento deve variar entre 2,4 e 1,4 m. Sobre esse berço

serão montados magnetos (quadrupolos, sextupolos e corretoras) e câmaras de vácuo. Usando como base um berço desenvolvido para o Petra III, na Alemanha, o objetivo é otimizar um berço com frequência de ressonância acima dos 100Hz. Isso significa projetar uma estrutura de aço (ou mesmo outro material, como granito sintético, por exemplo) e os mecanismos de suporte e movimentação.

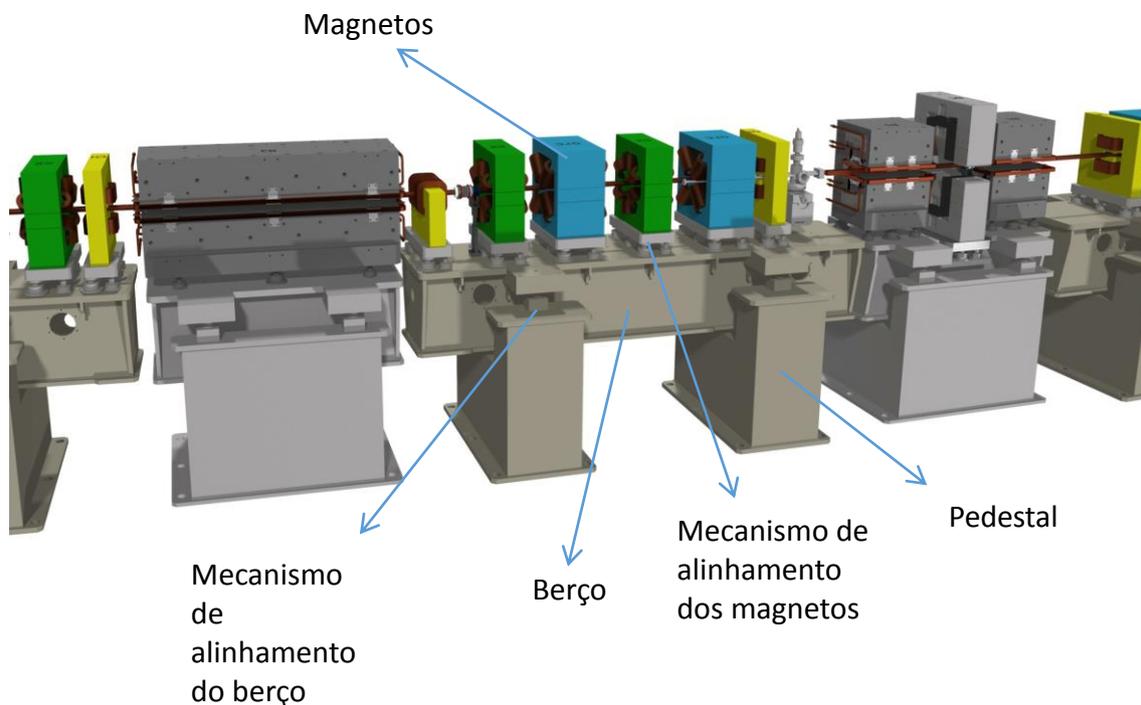


Figura 4: Ilustração de um trecho do acelerador mostrando diversos tipos de magnetos e seus respectivos suportes. Esses suportes, chamados de berços, devem ser de alta estabilidade e ao mesmo tempo fáceis de serem posicionados com precisão de poucos micrometros.

Requisitos técnicos

- Projetar, prototipar, testar e validar cada um dos 5 modelos de berço e seus acessórios, capaz de suportar os magnetos, ser alinhado com precisão melhor que 30 micra e não permitir que os quadrupolos sobre eles vibrem com amplitude maior que 15 nanômetros. Isso inclui não só o berço e seu pedestal, mas também o mecanismo de alinhamento do berço em relação aos pedestais e os mecanismos de alinhamento dos magnetos em relação ao berço. A estabilidade final é de todo o conjunto e o projeto tem de ser pensado da forma mais integrada possível.

- Características básicas:

Peso estimado do berço: 1200 kg

Peso estimado de cada pedestal: 600 kg

Peso total estimado dos magnetos: 2400 kg

Precisão de alinhamento do berço: +/- 30 μm

Precisão de alinhamento dos magnetos sobre o berço: +/- 5 μm

Primeiro modo normal de vibração acima de: 110 Hz

Faixa de ajuste dos mecanismos de alinhamento: +/- 3 mm

Demanda

80 unidades de 2.5 m

20 unidades de 2.0 m

60 unidades de 1.2 m

20 unidades de 1.8 m

40 unidades de 1.0 m

Competências Necessárias

Experiência em mecanismos de ajuste de posição, experiência em simulações por elementos finitos, análise de vibração em estruturas, capacidade de monitoramento de deslocamentos micrométricos e conhecimentos para contratação de usinagem de precisão, ambientes climatizados para análises térmicas

4. Sistema Criogênico

Introdução

Uma fonte de luz síncrotron de 4ª geração como o Sirius necessita de infraestrutura para abastecimento de nitrogênio líquido (NL) usado no resfriamento de componentes das estações experimentais (linhas de luz), resfriamento das cavidades de rádio frequência Supercondutoras, e pré-resfriamento para liquefação hélio. O abastecimento dos pontos consumidores de NL é feito através de uma linha de transferência rígida e isolada a vácuo, com comprimento de aproximadamente 2000 metros, mais a instrumentação necessária para monitoramento de toda a malha de distribuição.

Uma instalação com dimensões e nível de complexidade como a que será construída para o Sirius, é inédita no Brasil, o que nos levou a pensar em construir uma linha de teste, de menor dimensão, no acelerador atual. Essa linha teste poderá abastecer componentes que já utilizam nitrogênio líquido, além de criar as condições necessárias para testar os componentes que utilizarão NL no Sirius.

Além de verificar as reais dificuldades em realizar um projeto dessa magnitude, esperamos com essa linha de teste, qualificar empresas nacionais para realizar as instalações criogênicas necessárias para o Sirius.

Detalhes da linha teste:

- O sistema deverá ser dimensionado para atender dois pontos de consumo,

- A linha de distribuição deverá ser do tipo rígida, isolada a vácuo, com transferência de calor inferior a 1 W/m, com comprimento de 80 metros,
- As válvulas de controle de pressão, dos dois pontos de consumo previstos, deverão ser do tipo selada a vácuo, com atuador eletropneumático,
- Em cada ponto de consumo serão instalados um separador de fase (tipo keepful), com o objetivo de reduzir ao máximo a presença da fase gasosa nos equipamentos abastecidos,
- Para facilitar a manutenção do sistema, estamos prevendo instalações de válvulas de bloqueio manuais, isoladas a vácuo.
- A linha será monitorada com a instalação de sensores de pressão e temperatura nos pontos de distribuição.
- Para recolher o nitrogênio evaporado, iremos construir uma linha de exaustão acoplada aos separadores de fase.

Demanda

O sistema deverá ser dimensionado para atender uma demanda de 2000 litros/dia, sendo 500 litros para o monocromador da estação experimental XDS, e os 500 litros restantes para os futuros monocromadores em desenvolvimento que serão utilizados no Sirius,

Competências necessárias

Projetos executados que atendam as normas:

- ANSI B31.5
- ASME B31.3
- ASME Section IX

5. Fabricação, Montagem e Teste das Placas Eletrônicas (Front End, FMC e Back End):

Introdução

O principal desafio nesse caso não é o de produção, mas está contido na aquisição dos componentes e nos testes de bancada, que podem conter grande parte dos potenciais problemas. Quanto aos testes de produção, é importante mencionar que a eletrônica de medida de posição de feixe de elétrons (EBPM) é um instrumento complexo que envolve diversas tecnologias e que ainda está em processo de desenvolvimento. A cada mês novos resultados indicam que o projeto será bem sucedido; para algumas especificações os

resultados mostram que já atingimos o estado da arte, mas muito ainda há de ser alcançado. Isso denota quão volátil será a descrição dos testes feita a seguir.

De maneira geral espera-se ao menos dois tipos (ou classes) de testes para cada uma das placas: um teste individual de cada placa e um teste do sistema, com todas as placas acopladas. Uma vez passada a fase de protótipos, onde a produção de centenas de placas ocorrerá, um terceiro tipo de teste, dessa vez estatístico, será realizado: alguns poucos testes para verificar a estabilidade de longo prazo de algumas eletrônicas; por “eletrônicas”, entenda-se todas as placas conectadas entre si e sendo controladas através do bastidor padrão MicroTCA 4.0.

Requisitos técnicos

Especificações básicas de cada placa abaixo e a descrição dos testes:

Placa	Layers	Material (lâminado)	Tamanho CxL (mm)	Espessura (mm)	Acabamento	Menor via (ring and hole) (mils)	Menor espessura de trilha (mils)	espaçamento entre trilhas (mils)	Menores componentes	Componentes especiais	Preço estimado de componentes
RFFE	10	RO4350	200x300	1.95	Enig	16x8	5	10	0402	Conectores SMA de	U\$ 1.000,00
FMC-ADC	8	FR-4	76.5x69	1.6	Enig	16x8	4	8	0201, microstar BGA	SAMTEC_AS P-134488-01	U\$ 500.00
AMC FPGA	12	FR-4	181.6x148.8	1.6	Enig	XX	3.1	8	0201, BGA	SAMTEC_AS P-134486-01	U\$ 700.00

Testes das Placas de Controle do Front-end + Placas de Front-end (RFFE)

- Para as placas de Front-end de RF e de controle do Front-end, a totalidade da produção deve passar pelo procedimento de teste de burn-In para identificação de problemas de fabricação.
- Para a placa de Front-end de RF, deve-se realizar uma rotina de testes que será entregue pelo LNLS, sendo que um relatório automático é gerado como resultado. Os instrumentos necessários são: Analisador de rede com banda de 3 GHz modelo Agilent E5061B e fonte de alimentação linear de bancada, 9 Volts, 3 Amperes. Caso necessário, os instrumentos serão devidamente entregues pelo LNLS durante o período de testes para a empresa contratada. Softwares de teste em Labview também serão entregues pelo LNLS para execução das rotinas na empresa contratada.
- Para a placa de controle do Front-end de RF, testes digitais através de interface ethernet e USB serão necessários. A placa de controle possui um microcontrolador, cujo software será fornecido pelo LNLS e gravado pela empresa contratada através de

uma interface USB. A rotina de teste para a placa de controle do Front-end de RF será entregue pelo LNLS e será executada em ambiente Labview.

- Após o teste individual as duas placas, de Front-end de RF e de controle, deverão ser integradas e montadas na respectiva mecânica seguidas de testes. As rotinas de teste para a eletrônica integrada serão entregues pelo LNLS e serão executadas em Labview. Este teste de integração inclui teste digital e também de RF, onde é necessária a utilização de Analisador de redes. Vários dos parâmetros da placa - que tem 5 entradas e 4 saídas - são analisados automaticamente.

Testes das Placas de Conversão AD Padrão FMC

- Para as placas de ADC, a totalidade da produção deve passar pelo procedimento de teste de burn-In para identificação de problemas de fabricação.
- As placas de ADC necessitam de uma plataforma digital FPGA com conectores no padrão FMC para realização de testes. A plataforma de testes utilizada é baseada em um kit FPGA produzido pela empresa Xilinx, modelo ML605. Um gerador de sinais de 500 MHz será utilizado no teste. Caso necessário, os instrumentos serão devidamente entregues pelo LNLS durante o período de testes.
- Os firmwares FPGA de teste devem realizar análise de resultados de medidas com a frequência e amplitude do sinal de entrada bem determinada. Medidas de ENOB, SNR e THD devem ser realizados e entregues num relatório de testes para cada eletrônica. Os firmwares de teste ainda não foram desenvolvidos (veja item 10 abaixo). Quando devidamente automatizados estes testes devem durar menos de 5 minutos entre conectar a placa, os cabos, rodar o teste e desconectar tudo do kit FPGA. A responsabilidade pelo desenvolvimento dos programas de testes é do LNLS.

Testes das Placas AMC FMC Carrier

- Para as placas AMC FMC carrier, a totalidade da produção deve passar pelo procedimento de teste de burn-In para identificação de problemas de fabricação.
- As placas AMC FMC carrier funcionam integradas em bastidor MicroTCA (Vadatech modelo VT811). A placa possui uma FPGA Xilinx Artix-7 e dois conectores FMC. Deverá ser realizada a gravação do firmware FPGA através de arquivos fornecidos pelo LNLS através de um computador local com interface JTAG. Testes funcionais de hardware e firmware devem ser realizados. Os firmwares de teste ainda não foram desenvolvidos. Os equipamentos serão devidamente entregues pelo LNLS durante o período de testes. Quando devidamente automatizados estes testes devem durar menos de 5 minutos entre conectar a placa, os cabos, rodar o teste e desconectar tudo do kit FPGA. A responsabilidade pelo desenvolvimento dos programas de testes é do LNLS.

Testes Integrados

- Após a realização de testes funcionais com os três módulos separados (Front-end de RF + placa de controle, conversão AD FMC e AMC FMC carrier), deve-se integrar o sistema e realizar testes de desempenho.
- O procedimento de integração consiste em montagem de duas placas de conversão AD FMC na placa digital AMC FMC carrier, sendo necessário cuidado na montagem devido aos conectores FMC. Um painel frontal é montado na placa de AD FMC após a conexão estar concluída. Serão necessárias 12 placas AD FMC neste procedimento e 6 placas AMC FMC carrier, sendo 2 placas de conversão AD montadas em cada placa AMC FMC carrier.
- Cada uma das 6 placas AMC FMC carrier com os dois módulos de conversão AD FMC deve ser conectada a um bastidor 19" 8U padrão MicroTCA. Este bastidor é o controlador das placas AMC FMC carrier. As 12 eletrônicas de Front-end de RF integradas nos respectivos encapsulamentos mecânicos com a placa de controle do Front-End de RF e o rack MicroTCA devem ser montados num rack padrão 19" seguindo o padrão de montagem fornecido pelo LNLS. Atualmente racks das empresas Cobra e Ellan estão sendo testados pelo LNLS.
- Assim como o rack, outros equipamentos adicionais, como fontes de alimentação, switch ethernet, cabos de RF, cabos ethernet e cabos de alimentação deverão ser utilizados/montados de acordo com os procedimentos fornecidos pelo LNLS. Todos os equipamentos e acessórios mencionados anteriormente serão devidamente entregues pelo LNLS.
- Após a integração, deverão ser realizados testes de desempenho do sistema. Para este procedimento, um gerador de RF de 500 MHz é necessário bem como divisores de sinal (splitters de RF), fornecendo sinais de entrada para as eletrônicas. Resultados serão obtidos através de medidas fornecidas com as eletrônicas de medida de posição, sendo que o firmware de teste será devidamente entregue para a empresa. Um computador para realizar a comunicação via rede Ethernet com o bastidor será necessário.

Demanda

Inicialmente 12 protótipos para avaliação e testes. Após avaliação a produção inicial está estimada 300 unidades de cada um dos modelos acima descrito

Competências Necessárias

São requeridas as seguintes capacidades: fornecimento de placa de circuito impresso nos laminados especificados, importação de componentes e matérias primas, possibilidade de montagem com fitas cortadas de componentes ou mesmo manual, capacidade de solda de componentes BGA, inspeção por raio – x (mesmo que terceirizado), capacidade de testes in-loco (LNLS pode fornecer todos os sistemas e procedimentos de teste), etc.

6. Eletrônica dos Detectores de Posição de Fótons:

Introdução

Um acelerador de partículas do tipo Síncrotron tem como principal objetivo gerar luz para estações experimentais, as chamadas linhas de luz. A qualidade da luz em uma estação experimental pode ser quantificada através de medidas de parâmetros do feixe de luz, tais como: estabilidade de posição, fluxo de fótons, perfil do feixe e energia do mesmo. Na maioria das estações experimentais, instrumentos de diagnóstico geram pequenas correntes elétricas que permitem extrair informações do feixe de fótons.

Uma solução de medida de corrente que poderia ser empregada é a utilização de instrumentos comerciais como pico-amperímetros e eletrômetros. Em geral estes instrumentos possuem somente um canal de medida o que implicaria na utilização de inúmeros instrumentos, uma vez que uma estação experimental pode conter dezenas de sensores gerando pequenos sinais de corrente. O desafio em questão é desenvolver um instrumento multicanal para medida de correntes de baixa intensidade a ser aplicado em monitores de fótons de estações experimentais do acelerador SIRIUS

A figura mostra uma possível implementação simplificada para o desenvolvimento do medidor de corrente multicanal.

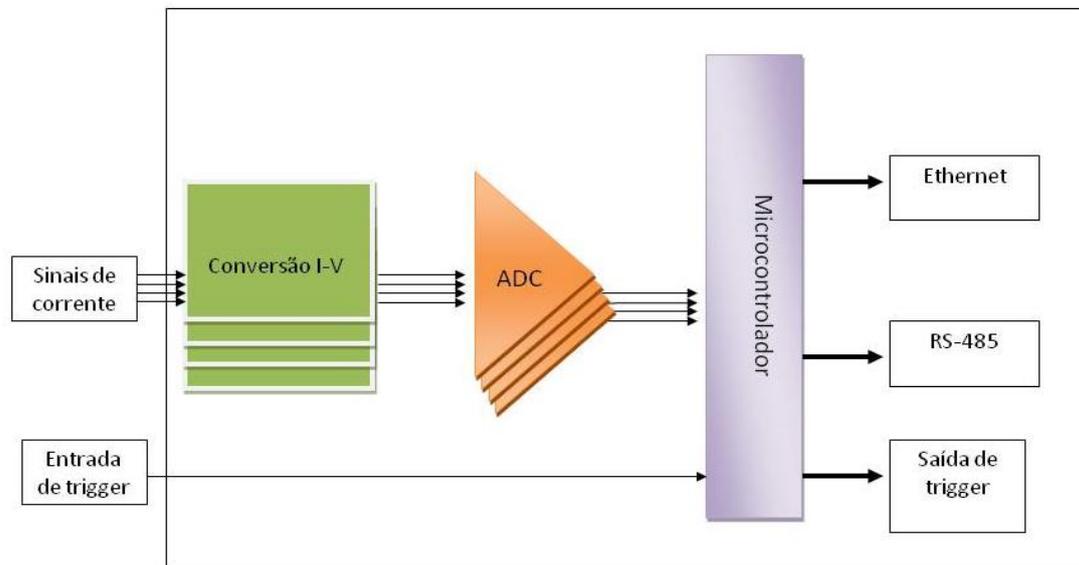


Figura 1

Requisitos técnicos

A tabela mostra características básicas necessárias ao equipamento:

Parâmetro	Valor	Observações
Arquitetura	multi-canal	Mínimo de 5 canais

Ranges de medida	1 nA até 10 mA	
Ruído de fundo (rms)	Na menor escala: 1E-15 A	
	Na maior escala: 1E-8 A	
Resolução	24 bits	
Banda passante analógica	1 KHz	
Tipo de entradas/saídas	Entradas de corrente bipolar	Conectores SMA para entradas de corrente e <i>Lemo</i> diferencial para trigger;
	Trigger in/out: TTL e/ou LVPECL diferencial	
Características especiais	Imunidade à variação de temperatura	
	Baixa inserção de ruído	
	Baixo offset (a ser determinado)	
	Boa linearidade (a ser determinada)	
	Boa Imunidade à ruído eletromagnético	
Funcionalidades especiais	Esquema de calibração de ganho e offset	
Saída de bias	30 Volts programáveis	(resolução à ser determinada);
Interfaces de comunicação	Ethernet e RS-485	
Interface gráfica:	Display LCD ou OLED	Opcional
Software controle/monit.	Labview ou Matlab	

Demanda

Inicialmente cerca de 2 protótipos para avaliação. Após avaliação a produção inicial está estimada 50 unidades.

Competências Necessárias

Conhecimentos sólidos em: métodos de medidas e sensores, eletrônica analógica de precisão, eletrônica digital e embarcados com ênfase em comunicação de dados e finalmente conhecimentos em mecânica para projeto do bastidor que acondicionará os circuitos eletrônicos. Bons conhecimentos em software de alto nível e processamento dos sinais são desejáveis. Para a fabricação, conhecimento e acompanhamento em processos de fabricação de placas de circuito impresso e montagem automatizada de circuitos

eletrônicos; Conhecimento em mecânica para acompanhamento ou mesmo a fabricação do bastidor do circuito eletrônico.

7. Fontes de Corrente de Alta Potência:

Introdução

Estes equipamentos serão usados na alimentação de famílias de magnetos da nova fonte de luz síncrotron (Sirius) que está sendo construída pelo LNLS. A carga, portanto, pode ser considerada como RL (resistivo-indutiva).

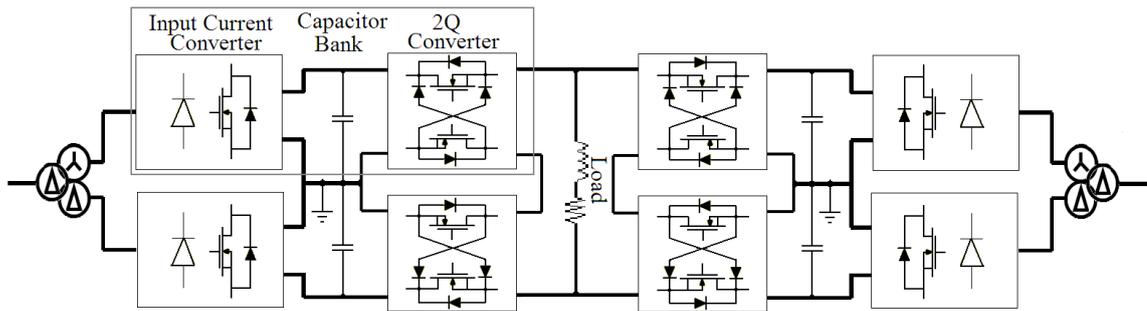
Devido a diversidade de valores de saída, não é viável a fabricação de exemplares exatamente iguais em todos os casos. Porém deve-se procurar minimizar a quantidade de versões destes equipamentos de modo a diminuir a quantidade de componentes e partes reservas.

Requisitos técnicos

Este modelo de fonte de corrente DC é unipolar, isto é, a corrente de saída deve fluir em apenas um sentido. Porém, elas podem ser divididas em dois grupos:

1. Referência DC: neste caso a corrente de saída deve seguir uma referência DC, logo a tensão de saída também é unidirecional e um conversor do tipo 1 Quadrante (1Q) pode ser usado. Abrange a maior parte das fontes de Alta Potência;
2. Referência senoidal: neste caso a corrente de saída deve seguir uma referência senoidal de 2Hz deslocada em relação ao zero. Devido a isso e a relativamente alta indutância das cargas, a tensão de saída deverá ser bidirecional, ou seja, um conversor de 2 Quadrantes (2Q) deverá ser usado. Além disso, para que estas oscilações em 2Hz não perturbem a rede elétrica, estas unidades deverão possuir um estágio inicial que filtre este componente. Apenas 3 unidades estão dentro deste subgrupo (duas de 1kA/1100V e uma de 130A/550V).

Devido aos valores relativamente altos de corrente, tensão e potência destes equipamentos, sugere-se a modularização dos mesmos, isto é, utilização de módulos em série e/ou paralelo de modo a diminuir as especificações dos componentes eletrônicos bem como o parque de componentes reservas. Como exemplo, a figura mostra uma sugestão de topologia para as fontes 2Q de 1kA/1100V, que consiste de 2 conjuntos em paralelo, cada um com dois módulos em série, resultando em 4 módulos. Um único destes módulos poderia ser usado na construção da fonte 2Q de 130A/550V, e estes mesmos módulos, sem o estágio inicial, poderiam ser usados na construção das fontes 1Q.



Sugere-se como entrada uma rede trifásica convencional de 380V/60Hz, mas outras soluções podem ser estudadas. As variações que podem ocorrer neste sistema (+/-15% na tensão, +/-2% na frequência) devem ser levadas em conta. As saídas das fontes devem ser isoladas galvanicamente da rede elétrica.

O circuito de regulação será fornecido pelo LNLs, e para isso deverá ser reservado no bastidor dois espaços correspondentes a uma placa de circuito impresso padrão Eurocard (160x100mm), sendo um para a placa de regulação propriamente dita (UDC) e outro para a placa do conversor Analógico-digital (ADC). No caso em que se utilize mais que um módulo, cada módulo deverá ter este espaço reservado. Posteriormente será fornecida a relação de sinais que devem ser fornecidos a estas duas placas pela fonte de corrente (pinagem do conector Eurocard). A saída da fonte será ligada ou desligada através de um par de contatos de um relé, o qual será comandado pela UDC.

Um sinal analógico de -10V a +10V correspondente a leitura da corrente de saída deverá ser fornecido ao ADC para que seja feita a realimentação da fonte. A precisão desta medida da corrente deverá ser tal que permita que a fonte atinja as suas especificações. Caso se utilize mais que um módulo, além da realimentação da corrente total da fonte, a corrente de saída de cada módulo também deverá ser realimentada.

Circuitos de proteção devem ser implementados no hardware desta fonte de modo a aumentar sua confiabilidade. A tabela resume os requisitos técnicos.

SÍMBOLO	DESCRIÇÃO	CONDIÇÃO	MÍNIMO	MÁXIMO	UNIDADE
Vac	Tensão de entrada	Trifásica	320	440	Vrms
η	Rendimento	$ I_o = I_{o_{max}}$	75	-	%
	Consumo em vazio	$I_o = 0$	-	500	W
FP	Fator de potência	$ I_o = I_{o_{max}}$	92	-	%
Ro	Resistência de Carga		0,26	2,6	Ω
Lo	Indutância de Carga		190	960	mH
	Tipo de Operação		Unipolar (1Q ou 2Q)		-
$I_{o_{max}}$	Corrente Nominal de Saída		100	1k	A

V_{Omax}	Tensão Nominal de Saída		100	1100	V
P_{Omax}	Potência Nominal de Saída		10	240	kW
	Estabilidade em 12h	$T_{amb}=18^{\circ}C \pm 1^{\circ}C$	-	20	ppm
	Ripple rms	$F < 1kHz$	-	20	ppm
N	Resolução		16	-	Nº de bits
	Regulação de entrada	$\Delta V_{ac} = \pm 15\%$, $ I_o = I_{Omax}$	-	50	ppm
	Regulação de carga	$\Delta R_o = 50\%$, $ I_o = I_{Omax}$	-	50	ppm
BW	Largura de banda	$\Delta I_o = 250ppm$	100	-	Hz
T_H	Tempo de sustentação	$ I_o = I_{Omax}$	10	-	ms
T_{WU}	Tempo de aquecimento	$ I_o = I_{Omax}$	-	30	min
L	Largura		-	4	m
P	Profundidade		-	2	m
A	Altura		-	2	m
	Sistema de refrigeração		Água		-

Demanda

Entre 22 e 30 unidades

Competências Necessárias

Experiência em projeto de fontes e circuitos de alta potência.

8. Módulos de Regulação Digital de Fonte:

Introdução

Uma fonte de luz síncrotron necessita de campos magnéticos extremamente estáveis e precisos sendo, portanto, estas características também necessárias às fontes de corrente que alimentam os magnetos que produzem tais campos. Para a nova fonte de luz síncrotron brasileira será necessário um grande número de fontes de corrente, maior que

mil unidades, cujas especificações serão ainda mais rigorosas que as das fontes usadas no acelerador atual.

Devido a isso, a substituição do atual sistema de regulação analógico das fontes por um sistema digital (DRS) é bastante desejável, devido a vantagens como menor susceptibilidade a ruídos, variações térmicas e devido ao envelhecimento dos componentes; maior facilidade de ajuste de parâmetros e maior maleabilidade e possibilidade de uso de um hardware comum a todas as fontes.

Assim, este projeto refere-se ao desenvolvimento de um sistema de regulação digital de alta precisão completo, composto basicamente de duas placas, sendo:

- 1) UDC (Universal Digital Controller): inclui PWMs de alta resolução, o circuito de controle, conversores analógico-digital de 12 bits e interfaces de comunicação.
- 2) HRADC (High Resolution ADC): conversor A/D de alta resolução

Requisitos técnicos

- O UDC deverá ser capaz de controlar de forma independente até 8 conversores DC/DC de 1 quadrante, ou 4 conversores de 2 quadrantes, ou ainda dois conversores de 4 quadrantes.
- A referência será fornecida digitalmente através de uma entrada RS485. Este sinal deve ser comparado com a corrente de saída da fonte, fornecida digitalmente através do HRADC, fornecendo um sinal de erro.
- Este sinal de erro é enviado a um compensador que, devido as características do conversor, sugere-se seja baseado em um PI (proporcional-integral). A saída do compensador determinará a largura de pulso do PWM, o qual deverá ter uma resolução de pelo menos 18 bits para que se consiga na corrente uma resolução de pelo menos 16 bits. Larguras de pulso mínima e máxima devem ser definidas como parâmetros de programação.
- Implementações tais como filtros digitais, sistema anti-wind-up e feedforward podem e devem ser levados em conta para se conseguir o melhor desempenho possível do equipamento.
- Os sinais analógicos disponíveis nas entradas analógicas deverão ser fornecidos para um A/D interno com 12 bits de resolução e ficar disponíveis para armazenamento, comparação com limites máximos e mínimos, visualização no display de LCD e transmissão para o sistema de controle externo através da Interface de entrada/saída de dados.
- Uma memória flash de dados onde poderão ser armazenadas formas de onda com até 100.000 pontos e outros eventos monitorados, tais como sobrecorrentes, alterações no estado ligado/desligado da fonte, etc.

- A placa de conversão A/D (HRADC) será uma placa dedicada a receber o sinal analógico de medida de corrente de saída das fontes, e realizar sua conversão analógico/digital em alta resolução. O objetivo desta placa é de garantir amostras do sinal de realimentação com resoluções próximas a 18 bits, baixo offset, baixa distorção e alta estabilidade.
- As especificações da placa HRADC são
 - Possibilidade de sinal de entrada tanto em tensão, quanto em corrente;
 - Entrada de sinal em tensão diferencial, com range de $\pm 12,5$ V;
 - Entrada de sinal em corrente, com range de ± 50 mA;
 - Conversão A/D com resolução de 18 bits e taxa de amostragem de 600 kHz;
 - SNR e SINAD em torno de 100 dB;
 - Filtro anti-aliasing com $F_{cut} = 30$ kHz;
 - Protocolo de comunicação digital com o regulador digital SPI.
 - Por meio de jumpers, a placa HRADC pode alternar o tipo de sinal de entrada que será amostrado entre tensão ou corrente. Para o circuito com entrada em tensão, 1 LSB (least significant bit) equivale a $76,29 \mu\text{V}$. Para o circuito com entrada em corrente, equivale a $381,46 \text{ nA}$.
 - Deverá ter um sistema inteligente embarcado de forma que o sinal medido, antes de ser enviado para o UDC, possa receber tratamentos matemáticos, tais como média, excluir valores máximos e mínimos, etc. Deverá também ter um sistema de armazenamento de modo que possa armazenar algumas informações sobre os sinais medidos.

Demanda

Cerca de 1200 unidades

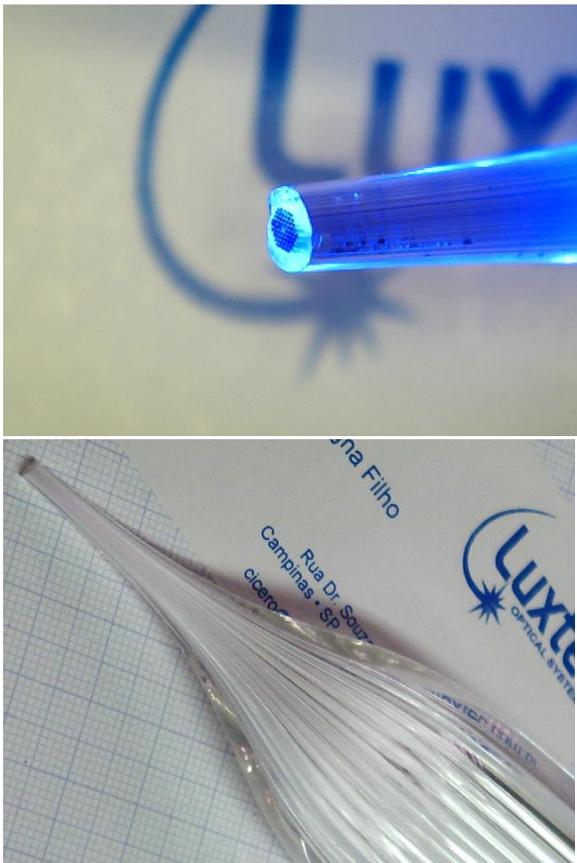
Competências Necessárias

Experiência no projeto de sistemas de controle de fontes chaveadas bem como no desenvolvimento de sistemas com DSPs e/ou FPGAs.e experiência no projeto de lay-out de alta complexidade (múltiplas camadas), montagem de placas de circuitos eletrônicos, testes de sistemas embarcados e fontes de alimentação. Medição de sinais com alta precisão.

9. Dispositivo de Microfocalização:

Introdução

Dispositivos de microfocalização são equipamentos compostos por lentes mono e policapilares elaborados a partir de vidros, para focalização de raios x. Estas lentes serão fabricadas a partir de tubos capilares de vidro que são aquecidos em um forno com atmosfera controlada e esticados em uma torre de puxamento devidamente aparelhada. As lentes devem ser “esticadas” basicamente em uma forma elíptica, usando o modelo de conservação de massa. Este modelo estipula que a massa de vidro que entra na zona quente do forno é igual a massa que sai. As figuras mostram exemplos do de testes feitos.



Requisitos técnicos

Importantes processos deverão ser abordados no desafio:

1. Sistema de preparação do tubo de vidro, que é adequar dimensionalmente tubos de vidro comercialmente disponíveis. Serão tubos de vidro com propriedades físico químicas apropriadas especificadas a partir das premissas do projeto óptico e em função da linha de síncrotron onde será utilizada. Exigirá um sistema de fusão de vidro com tração por correia para alcançar o diâmetro apropriado para etapa de fabricação seguinte (fabricação da lente elíptica), sistema de tratamento específico da superfície interna, sistema de recozimento para eliminação da tensão gerada devido a tração, limpeza por ultra som, etc.

2. Sistema de modelagem, os cilindros de vidro preparados pelo sistema 1 serão novamente submetidos ao aquecimento e a tração. Pelo monitoramento e realimentação de determinados parâmetros, variando-se as velocidades de entrada e saída do tubo no forno, os “deformaremos” de acordo com a forma desejada (elíptica, hiperbólica, parabólica, etc.). O controle das velocidades de alimentação e o tracionamento deverão ser minuciosamente controlados e monitorados por um conjunto de sensores, micrometros ópticos, controladores, etc. e integrados por processamento eletrônico e softwares apropriados para o controle preciso da tração. O tubo capilar sob processo, deverá realizar um movimento em torno do próprio eixo para homogeneização da irradiação do forno e distribuição das tensões inerentes ao processo para a manutenção do seu eixo óptico. Uma vez encerrado o processo, a lente estará presa ao tubo e deverá ter suas tensões aliviadas e separada mecanicamente do tubo original através de ferramentas diamantadas.
3. Sistema de caracterização óptica, para dinamizar o processo de caracterização óptica e calibração do sistema durante o desenvolvimento, será montado um sistema para o preenchimento interno dos capilares produzidos com materiais polimerizáveis que tenham índices de refração superiores ao material utilizado na sua fabricação e determinar as características de transmissão tais que, permitam a aproximação com o sistema de caracterização com raios x. Este sistema será composto de injetores de polímeros. A caracterização será realizada em um banco óptico com os menores comprimentos de onda possíveis, pela reflexão interna total na interface do polímero com o vidro.

Como referência de desempenho, falando especificamente de monocapilares, já foram conseguidos com sucesso focalizações onde o spot-size permaneceu entre 5 e 50 μm , a intensidade do feixe de fótons variou entre ganhos de 10 a 1000 e a divergência ficou controlada na faixa de 1 a 10 mrad

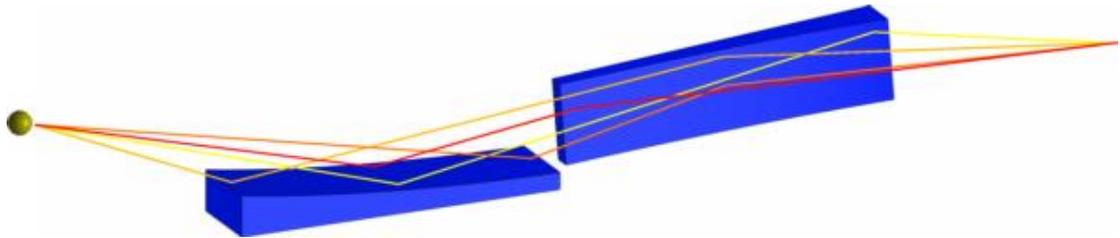
Competências Necessárias

Experiência em projeto e fabricação de componentes óticos e fibras óticas.

10. Sistema de Focalização Kirkpatrick Baez

Introdução

Este desafio visa a construção e caracterização de um protótipo de um dos elementos ópticos mais importantes das linhas de luz, que permitirá focalizar os feixes intensos de raios-X em regiões menores que 100nm. Trata-se de um sistema tipo Kirkpatrick-Baez (KB) composto por dois espelhos elípticos perpendiculares que permitem a micro (e nano) focalização do feixe de raios-X nas duas direções perpendiculares a de propagação do feixe.



Sistema do tipo KB para focalização

No arranjo óptico do sistema de micro-focalização KB, dois espelhos independentes de incidência rasante (ângulos de incidência da ordem de 1-5mrad) são dispostos em seqüência e de forma perpendicular um ao outro, conforme a figura abaixo. A superfície destes espelhos deve geralmente feita de forma quase que perfeitamente elíptica (fonte e foco localizados nos foci da elipse) e com um coating de material de alta densidade eletrônica e com rugosidade controlada. A forma elíptica do espelho pode ser obtida por polimento ou por benders mecânicos. Esta segunda opção será a adotada neste projeto.

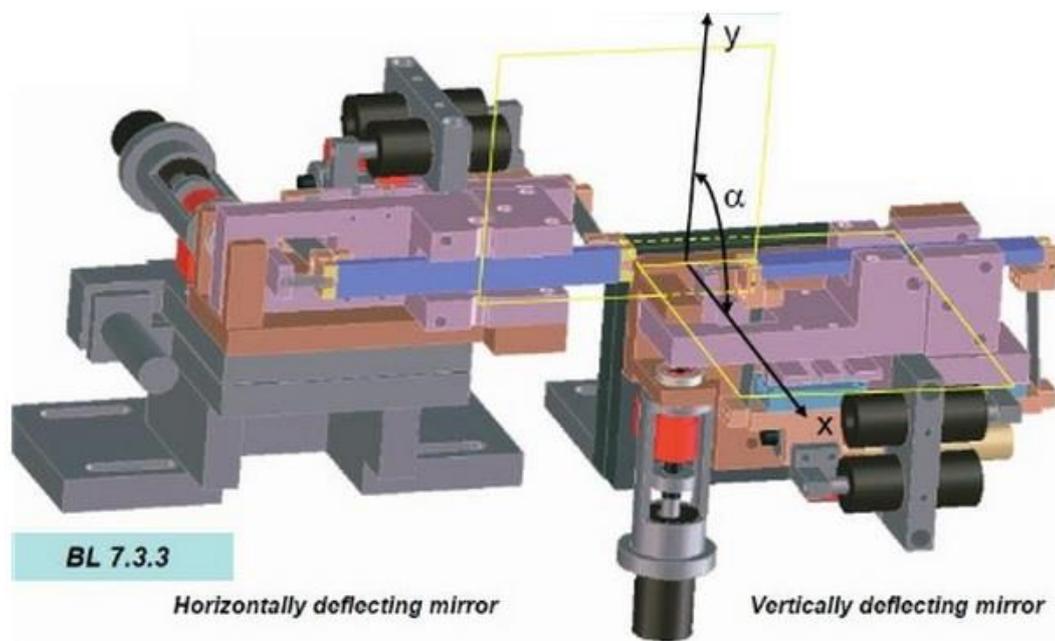


Figura 1 - Exemplo de sistema KB do ALS (Berkeley) com mecanismos de torque e posicionamento.



Figura 2 - Exemplo de sistema KB comercializado pela empresa IDT

Ao mesmo tempo, este projeto visa a criação da infraestrutura de metrologia ótica necessária para a caracterização do sistema KB e de outros tipos de ótica de raios-X e UV que serão usados nas linhas do Sirius. Metrologia é o primeiro passo para se poder criar óticas de raios-X competitivas. E dada a competitividade da fonte de luz síncrotron, a ótica das linhas de luz terá de acompanhar ou até ultrapassar do estado da arte no mundo para que o alto brilho do anel seja conservado nas linhas de luz até a amostra. Ou seja, esta parte do projeto é um passo fundamental no desenvolvimento do Sirius, que vai além da metrologia do sistema KB. Ela dará as condições o Brasil entrar no mercado de espelhos de raios-X, algo que é essencial para o sucesso do Sirius, mas que hoje é um gargalo tecnológico no mundo inteiro. Há pouquíssimos fabricantes de ótica de raios-X no mundo e os tempos de espera para um espelho de alta qualidade, como os que serão necessários no Sirius, podem chegar a 3 anos.

Requisitos técnicos

Para o sistema KB, a precisão, estabilidade e repetibilidade dos ângulos de incidência rasante, perpendicularidade, posicionamento relativo e os desvios da forma elíptica perfeita e rugosidade é que determinam a especificação técnica e a qualidade do sistema KB. Estes dois últimos são os parâmetros mais críticos e desafiadores e só podem ser aferidos por equipamentos especiais de metrologia ótica.

Requisitos técnicos típicos para os componentes do sistema KB que serão objeto deste projeto.

Parâmetros	M1	M2
substrato	Silício	Silício
superfície ótica ativa	100 x 20 mm ²	200 x 20 mm ²
ângulo de incidência	6 mrad	6 mrad

distância do objeto (p)	20 m	20.2 m
distância da imagem (q)	0.4 m	0.2 m
altura nominal do feixe	1.4 m	1.4 m
deflexão	Meridional Vertical	Meridional Horizontal
coating	Au	Au
espessura do coating	50 nm	50 nm
Forma	Elíptica por torque	Elíptica por torque
Rugosidade	<0.5 nm	<0.5 nm
Ondulação Meridional (rms)	<3 μ rad	<10 μ rad
Ondulação Sagital (rms)	<1.6 mrad	<0.4 mrad
Vácuo	10 mbar	10 mbar
Carga térmica	10 W	10 W
Refrigeração	100 mbar de He	100 mbar de He

A câmara do sistema KB deve permitir o ajuste dos 6 graus de liberdade dos dois espelhos e seus raios de curvatura. Alguns destes movimentos tem de ser motorizados para o ajuste fino na presença do feixe de raios-X. Outros movimentos devem ser precisos mas não necessitam de controle motorizado. As tabelas a seguir apresentam os limites de movimento, as suas resoluções e repetibilidades para cada um dos graus de liberdade dos espelhos

grau de liberdade em M1	tipo de atuador	resolução	repetibilidade	Limites
X	motor	5 μ m	10 μ m	10 mm
Y	não há	-	-	-
Z	manual	1 μ m	1 μ m	20 mm
Roll	manual	Construção	100 μ rad	2 mrad

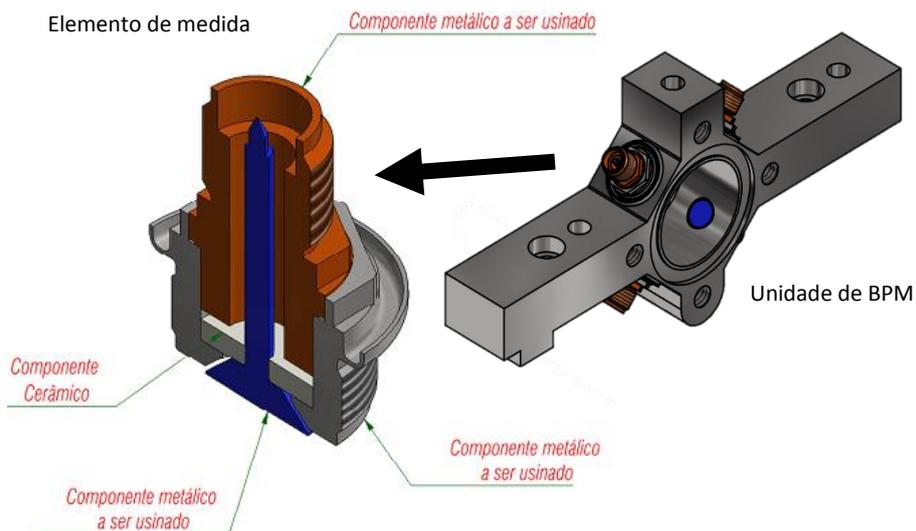
Pitch	motorizado	0.5 μ rad	1 μ rad	1 μ m
Yaw	manual	Construção	1 mrad	10 mrad

grau de liberdade em M2	tipo de atuador	resolução	repetibilidade	limites
X	motor	5 μ m	10 μ m	10 mm
Y	não há	-	-	-
Z	manual	1 μ m	1 μ m	20 mm
Roll	manual	Construção	100 μ rad	2 mrad
Pitch	motorizado	0.5 μ rad	1 μ rad	1 μ m
Yaw	manual	Construção	1 mrad	10 mrad

11. Cerâmica dos BPM's (Beam Position Monitor):

Introdução

O monitor de posição da órbita (Beam Position Monitor - BPM) é um sensor que ficará posicionado ao longo do anel de armazenamento de elétrons, e é um dos componentes cruciais para o SIRIUS. Sua função é monitorar constantemente a posição do feixe elétrons em movimento dentro das câmaras de vácuo para que possam ser efetuadas correções em sua órbita e garantir um perfeito funcionamento das linhas de luz. Uma operação inadequada destes monitores pode resultar em erros de medição na trajetória dos elétrons, o que poderia resultar tanto na parada dos experimentos realizados diariamente em nossos laboratórios, quanto, em casos mais extremos, em danos nas instalações que abrigam o feixe. Por isso, diversas exigências técnicas devem ser respeitadas, e serão especificadas a seguir. A figura abaixo mostra um esquema dos componentes que compõem um BPM para o SIRIUS em uma unidade do BPM completa.



Requisitos técnicos

Os BPMs são constituídos por componentes metálicos com coeficientes de expansão térmicos controlados para que sejam unidos à cerâmicas de engenharia através de processos especiais de soldagem: brasagem sob alto vácuo. O elemento cerâmico tem a finalidade de atuar como um isolador mecânico (entre vácuo e atmosfera) e elétrico (entre o pino cônico central e a carcaça), mas deve possibilitar troca de calor entre o pino central e a carcaça metálica. Os materiais utilizados para a fabricação de cada componente foram adequadamente selecionados de acordo com suas propriedades físicas e químicas, para a operação eficaz do monitor.

- Os desenhos preliminares dos componentes serão fornecidos. Os materiais selecionados para a fabricação são: molibdênio 99,9% (eletrodo), kovar ASTM F-15 (housing) e alumina 96%, nitreto de alumina ou nitreto de boro (componente cerâmico).
- As tolerâncias de fabricação devem estar conforme NBR ISO2768-fH quando não indicadas nos desenhos.
- Para a fabricação das amostras, o LNLS fornecerá o molibdênio e kovar como matéria prima para usinagem dos componentes metálicos. Para o fornecimento em lotes, este ponto será discutido e reavaliado.

Demanda

Cerca de 1500 unidades de cada elemento de medida

Competências Necessárias

Empresa do ramo de usinagem de precisão de pequenas peças, com experiência comprovada na produção de peças com tolerâncias médias da ordem de 0.02 mm, possuir equipamentos capazes de produzir e medir dimensões da ordem de micrometros, necessário certificado de qualidade ISO 9000 e desejável ISO 14000.

12. Detectores de Raio X:

Introdução

Os detectores híbridos para detecção de raios X, como o Pilatus e os detectores da família Medipix desenvolvidos no CERN, tem características muito interessantes em termos de razão sinal ruído e de velocidade de leitura. Eles tem também a possibilidade de ser adaptados a várias energias de feixe, usando sensores de Silício para energias abaixo de 20 keV ou sensores de CdTe ou Ge para aplicações com energias maiores. O chip CMOS de leitura Medipix3RX permite a integração de detectores de alta qualidade: além das qualidades já mencionadas, ele tem um modo espectrométrico (com oito janelas de energia) e um modo permitindo a correção da difusão das cargas entre os pixels vizinhos, melhorando assim a resolução espacial. Enfim, ele tem uma boa resolução espacial intrínseca, com um pixel de 55 micra.

Existe hoje no Brasil uma oportunidade excepcional para desenvolver uma expertise na área dos detectores híbridos. Esse desenvolvimento se enquadra perfeitamente numa colaboração entre o grupo de detectores do LNLS, recentemente criado, e a empresa Equatorial Sistemas S.A. Essa colaboração pode ser um primeiro passo primordial para futuramente estabelecer parcerias para aplicações externas (médicas, industriais, educativas), além das aplicações desenvolvidas primeiramente para o sincrotron atual e o Sirius.

Requisitos técnicos

Os dois principais desafios tecnológicos e científicos são os seguintes:

- Elaborar expertise na montagem de detectores híbridos nas partes de montagem dos sensores e chips (colagem e wire bonding), de desenvolvimento do firmware (do FPGA na placa de leitura) e de desenvolvimento do software para controle dos chips, leitura e processamento de dados. Com o foco de adaptar-se as especificidades do chip Medipix3RX, especialmente desenvolver um sistema versátil que pode funcionar no modo de contagem assim como no modo espectrométrico e no modo de correção da difusão das cargas.
- Desenvolver uma eletrônica de leitura rápida de 12 chips em paralelo para chegar a uma velocidade de leitura próxima do limite teórico dado pelo clock de cada single chip. Isso corresponde a uma velocidade de 2000 imagens por segundo no caso de contadores de 12 bits, o que corresponde a imagens de mais do que 9Mbits. A figura 1

é um exemplo de um sistema de leitura similar desenvolvido para a leitura de um single chip Timepix ou Medipix3RX.

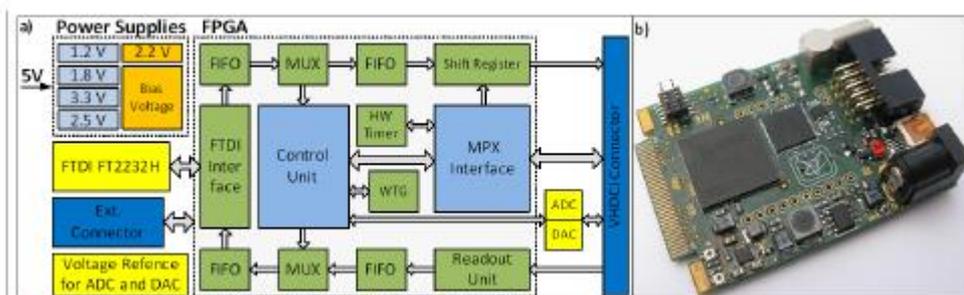
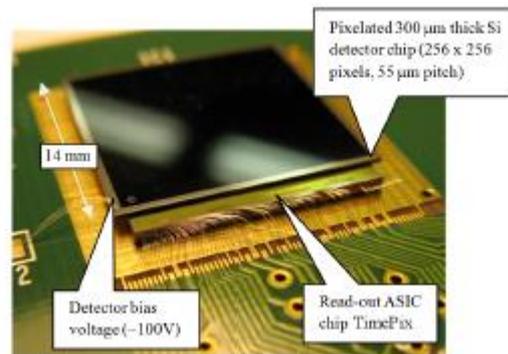


Figura 1 – Sistema de leitura FITPIX para um single chip Timepix ou Medipix3RX similar ao sistema que será desenvolvido no Brasil para a leitura paralela de 12 chips Medipix3RX. Ele foi desenvolvido pelo Institute of Experimental and Applied Physics (Czech Technical University in Prague). Em cima: o ASIC Timepix. O sensor está conectado ao chip por “bump bonding”. As conexões com a placa de leitura PCB são feitas por wire bonds. Em baixo: a interface de leitura (FITPIX). Fonte: V Kraus et al, FITPix - fast interface for Timepix pixel detectors, JINST 6, C01079, 2011.

Demanda

Um protótipo, e entre 20 e 100 unidades iniciais

Competência necessárias

Desenvolvimento e fabricação de dispositivos com eletrônica e software embarcado de alto desempenho focada em instrumentação e aquisição de dados.

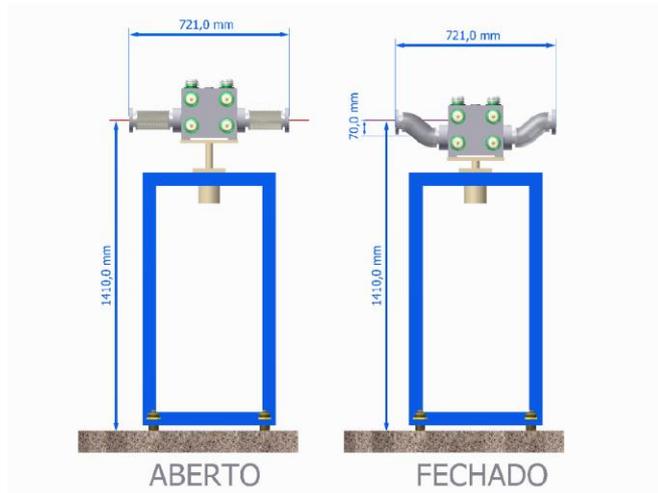
13. Gamma Shutter

Introdução

Gamma Shutter é um dos dispositivos de segurança pessoal das cabanas experimentais do LNL. Ele bloqueia a radiação gamma emitida pelo acelerador de partículas e o seu

acionamento, e correspondente bloqueio dessa radiação, são imprescindíveis para a liberação da porta de acesso à cabana. A figura mostra um exemplo conceitual.

Esse bloqueio é feito interpondo-se uma grande massa de metal pesado, da ordem de 140 kg, em frente ao feixe. As dimensões desse bloco são calculadas em função de características do acelerador e são fornecidas pela equipe de proteção radiológica do LNLS. Como é um equipamento de proteção pessoal, o aspecto mais importante do projeto é a confiabilidade. O uso de sistemas à prova de falhas, especialmente as válvulas e os sensores que detectam a posição “fechado”, é indispensável.



Como o acelerador de partículas e as estações experimentais são equipamentos extremamente sensíveis a vibrações, o Gamma Shutter e seu suporte devem ser projetados tentando-se minimizar a indução de impactos ou vibração em seu entorno. O uso de contrabalanço, dispositivos de amortecimento, curvas de aceleração ou qualquer outra técnica de atenuação de vibração induzida é extremamente recomendado.

Requisitos técnicos

- A movimentação prevista para o bloco de metal é da ordem de 70 mm entre a posição “aberto” e “fechado”. Um tubo de aço inox transpassa o bloco de chumbo e é soldado às duas flanges de vácuo, que por sua vez se conectam a dois bellows flexíveis antes e depois do bloco. O projeto conceitual do bloco, o tubo central, os bellows e as soldas especiais para vácuo (tubo-flange) serão fornecidos pelo LNLS.
- O feixe a ser bloqueado se encontra a 1410 mm do solo e o movimento para bloqueio deve privilegiar a posição “fechado” em caso de falhas. Parâmetros de projetos:
 - Aceleração máxima do bloco: 0.1 m/s²
 - Tempo máximo de fechamento: 2 segundos
 - Durabilidade: 100000 (cem mil) ciclos

- Repetibilidade de posicionamento nas posições aberto e fechado: 0.4 mm ao longo dos 100.000 ciclos
- Precisão de movimentação do alinhamento geral: 0.2 mm

Demanda

Cerca de 20 unidades

Competências Necessárias

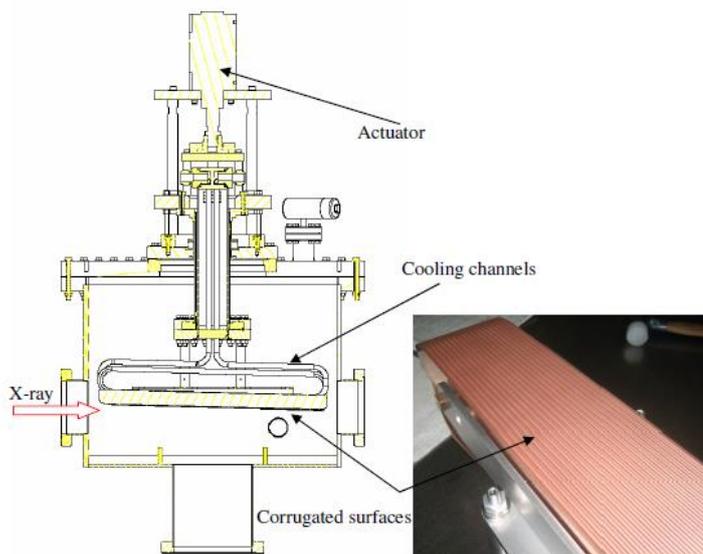
Engenharia de produto, capacidade de análise de falhas, engenharia mecânica voltada à confiabilidade, usinagem de precisão e infraestrutura de testes de posicionamento

14. Photon Shutter

Introdução

Photon Shutter é um dos dispositivos de segurança das linhas de luz do LNL. Ele bloqueia o feixe emitido pelo acelerador de partículas, especialmente a grande carga térmica, permitindo que os demais componentes de segurança como as válvulas e Gamma Shutter possam ser fechados.

Esse bloqueio é feito interpondo-se um bloco de metal refrigerado em frente ao feixe. Como a potência térmica envolvida é muito grande, são necessários metais especiais e geometrias especiais para garantir que a densidade de potência sobre o bloco seja compatível com a resistência do material. O metal mais comumente usado é o Glidcop®, que é um cobre modificado com alumina, e a geometria típica prevê uma incidência rasante do feixe sobre a superfície do bloco, na tentativa de minimizar a densidade de potência. A figura mostra um exemplo de Photon Shutter usado no sincrotron australiano.



Requisitos técnicos

- O feixe a ser bloqueado se encontra a 1410 mm do solo e o movimento para bloqueio deve privilegiar a posição “fechado” em caso de falhas.
- O valor da carga térmica ainda será definido.
- Durabilidade: 100000 (cem mil) ciclos
- Tempo de fechamento: <10 ms
- Repetibilidade de posicionamento nas posições aberto e fechado: 0.4 mm ao longo dos 100.000 ciclos
- Precisão de movimentação do alinhamento geral: 0.2 mm

Demanda

Cerca de 20 unidades

Competências Necessárias

Engenharia de produto, capacidade de análise de falhas, engenharia mecânica voltada à confiabilidade, simulação por elementos finitos, análise térmica, projeto de componentes para ultra alto vácuo, usinagem de precisão, infraestrutura de testes de posicionamento, domínio de técnicas de brasagem e tecnologia de vácuo.

15. Banhos Térmicos

Introdução

Uma fonte de luz síncrotron de 3ª geração como o Sirius produz um feixe de luz bastante intenso, que é absorvido primariamente pelas linhas de luz. Uma linha de luz é caracterizada por uma instalação com elementos óticos (espelhos e monocromadores), mecânicos e eletrônicos que permitem o usuário realizar experimentos científicos com altíssima precisão. Devido à grande intensidade (potência) do feixe de luz e a necessidade de grande estabilidade neste feixe, todos os elementos óticos da linha necessitam de refrigeração de alta confiabilidade e estabilidade. É comum esta refrigeração ser realizada por um equipamento dedicado chamado banho termostatizado (em inglês: Thermal Baths, Circulators, recirculators chillers, etc.). Genericamente estes banhos provêm um recipiente com água/fluido de refrigeração sob a influência de um elemento resfriador, uma resistência, uma bomba para circulação e um controlador de processo. Este conjunto permite controlar a temperatura da água em um range extenso e com grande precisão.

Parâmetros Técnicos:

Este desafio trata do projeto de um banho termostaticado nacional de grande precisão, custo reduzido se comparado à um equipamento importado e principalmente prover alta confiabilidade (durabilidade) com baixo custo de manutenção. Além disso visa implementar características e funcionalidades adicionais que os equipamentos comerciais padronizados não possuem.

A tabela 1 resume as especificações básicas do equipamento, detalhando parâmetros de controle refrigeração, circulação, mecânicos, elétricos e principalmente funcionalidades requeridas.

Tabela 1: especificação básica do equipamento.

Parâmetro	Valor
Parâmetros de Controle	
Controlador de temperatura	PID (marcas: Honeywell, ômega, Omron, etc) 1
Faixa de controle	-20 até 60°C
Tipo de sensor	PT-100
Precisão de controle	< 0,05°C
Uniformidade	< 0,1 °C
Parâmetros de refrigeração e circulação	
Capacidade de refrigeração	A ser determinado;
Capacidade do tanque	5 à 10 litros ²
Bomba de circulação	Interna com controle de vazão. Utilizar tecnologia de baixa manutenção a alta confiabilidade. Verificar faixa de temperatura de utilização.
Vazão de bombeamento	Regulável até 15l/min e/ou >6 m.c.a (max.)
Parâmetros mecânicos	
Material do gabinete	Aço inox e/ou alumínio. Se possível usar estrutura de fácil

¹ - Marcas sugeridas – outras marcas somente sob avaliação de confiabilidade;

² - depende da inércia térmica requerida, tamanho e potência do equipamento;

	desmontagem como perfis de alumínio.
Isolamento térmico	Isolamento de alta eficiência para recipiente de líquido e mangueiras;
Saídas/entrada de água	Saídas de água com conexão 3/8" e válvula manual para abertura e fechamento. Acrescentar saída para bomba externa de maior capacidade;
Parâmetros Elétricos	
Tipo de resistência	Alta durabilidade. Tubular blindada.
Tensão de operação	220 V
Potência	< 2,5 kW
Outras características e funcionalidades	
Sensor externo	Entrada para sensor de temperatura externo com chave manual para selecionar ext/int;
Entradas e saídas de controle	Entradas e saídas à relé para implementação de interlock;
Alarmes	Alarme contra baixo nível de água, vazamento, falta de circulação e ebulição do líquido;
Tipo de comunicação	Preferencialmente ethernet ou serial RS-232;
Transporte	Possuir rodas;

Referências do Produto (artigos, notas técnicas, figuras ilustrativas):

Projetos de referências:

- [1]http://www.lauda-brinkmann.com/downloads/manuals/Proline_RP.pdf
- [2]<https://www.polyscience.com/en/category-refrigerating-circulators-baths.php#!/category6-tab16>
- [3]<http://www.julabo.de/sites/default/files/downloads/productdatasheets/PT-BR/JULABO-F25-EH--9118625.pdf>

Quantidade que será demandada pelo LNLS:

Após aprovação dos protótipos estima-se uma produção inicial de 50 unidades;

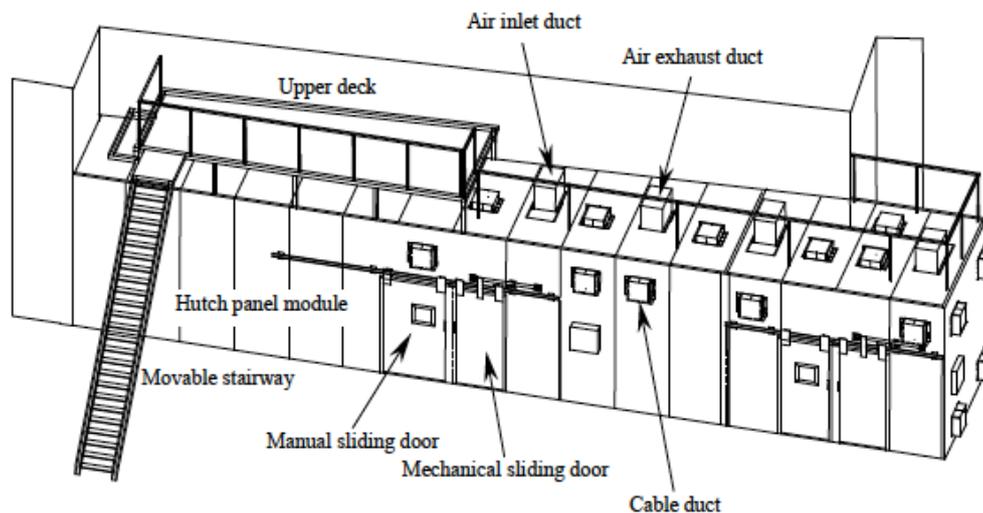
Competências necessárias para fabricação do desafio:

Experiência em projetos mecânicos 3D, produção mecânica e metalurgia, montagem de sistemas de refrigeração, cálculo de parâmetros de controle, experiência com integração e testes, etc.

16. Hutch – Cabanas Experimentais

Introdução

As cabanas de proteção radiológica (hutches) das linhas de luz abrigam componentes óticos e de diagnóstico do feixe de fótons. Sua principal função é garantir que o feixe direto ou espalhado ao longo da linha de luz resulte em níveis de radiação que estejam dentro dos limites de segurança obrigatórios. Por abrigar componentes óticos de alta precisão e que necessitam de alta estabilidade mecânica, as cabanas também tem função de isolamento térmico e mecânicos dos componentes da linha, permitindo no entanto acesso de utilidades e até de pessoas para eventuais tarefas de manutenção sem feixe. Um desenho esquemático de uma cabana típica é apresentado na figura abaixo.



As cabanas de cada linha de luz têm funções diferentes e níveis de proteção radiológica e estabilidade térmica também diferente. Para as linhas mais complexas, podem haver 3 tipos de cabanas por exemplo:

- Cabana ótica – Micro Hutch: Contém componentes óticos como monocromador e espelhos e tubos de transporte de feixe branco. É a primeira cabana a receber o feixe depois da blindagem de concreto do anel e recebe feixe branco.
- Cabana ótica – Nano Hutch: Contém componentes óticos como espelhos e lentes de focalização micro e manométrica. O feixe nesta cabana é tipicamente monocromático.
- Cabana Experimental: Pode estar junto com o nano-hutch ou não e contém estações experimentais com porta amostras, detectores, estágios de condicionamento, também com feixe monocromático.

Requisitos técnicos

Características

- Painéis de Chumbo sanduichados entre painéis de aço para bloqueio de radiação. A espessura do chumbo depende da condição de radiação e pode variar de 10~60 mm, dependendo da posição e do tipo de fonte da linha de luz.
- Módulo de painéis, porta, dutos para passagem de cabos, ventilação e exaustão.
- A sustentação de painéis feita por pilares da própria cabana, apoiados no solo.
- Controle de temperatura de alta estabilidade, que pode variar de 0.1 C a 0.01 C.
- Utilidades como ar comprimido, água gelada, alimentação elétrica, rede de sinais.

Parâmetros de projetos

- Na corrente máxima de operação do anel, em 500mA o limite para radiação fora de qualquer ponto de qualquer cabana, ótica ou experimental não pode exceder 0.5 $\mu\text{Sv/h} = 0.05 \text{ mrem/h}$.
- A cabana deve possuir total vedação contra o vazamento de radiação espalhada através de junções de painéis, portas, janelas, dutos, junção entre o piso de concreto e as paredes, junções entre telhado e paredes.
- O controle de temperatura das cabanas pode chegar a ser de 0.01 C.

Demanda

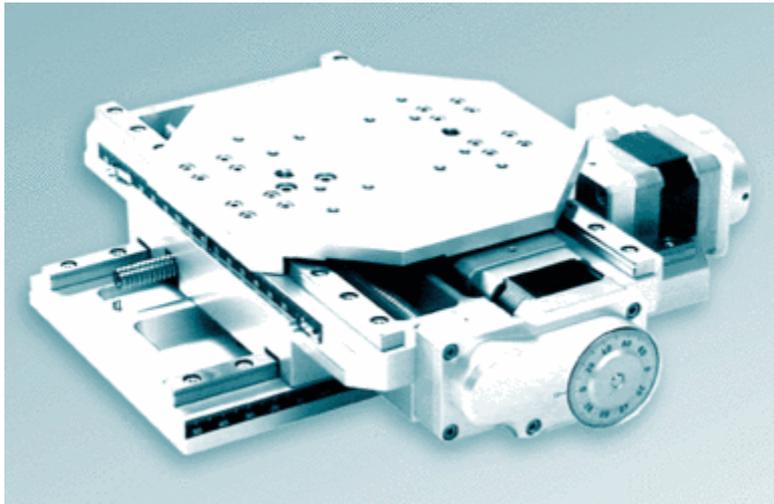
13 conjuntos com 2 ou 3 cabanas.

17. Desenvolvimento de Estágios Mecânicos de Precisão

Introdução

Uma linha de luz possui uma série de componentes distribuídos ao longo de seu comprimento que precisam ser precisamente posicionados em relação à passagem do feixe de luz. As especificações de precisão, repetitividade, folgas, carga, etc., variam de acordo com a aplicação de cada um desses componentes. No entanto, como o tamanho do feixe de luz (spot) do novo acelerador está entre dezenas e poucas centenas de micrometros, normalmente esses componentes precisam ser posicionados com precisão correspondente a uma pequena fração do tamanho do feixe – 1 a 5%.

Estágios de posicionamento com estas características não são encontrados em produção por empresas brasileiras, estas normalmente possuem produtos com funcionalidades análogas mas com especificações mais relaxadas, não atendendo nem mesmo as demandas atuais do LNLS. Atualmente, boa parte de nossas especificações são atendidas pela empresa alemã Huber (<http://www.xhuber.de/en/>).



Exemplo de estágio linear XY



Exemplo de estágio rotativo

Com o conhecimento que o time de engenharia do LNILS possui atualmente em mecânica de precisão, e com as capacidades de metrologia que temos na instituição, o objetivo é desenvolver empresas nacionais para que possam se tornar fornecedoras de sistemas de posicionamento de precisão para as próximas décadas.

Requisitos técnicos

Cada estágio tem suas características definidas pela demanda e aplicação mas, como referência, a tabela mostra dois extremos em relação a carga que um estágio linear deve suportar e as características máximas de cada um:

	Carga até 10 Kg	Carga até 500 Kg
Mecanismo	Rosca sem fim	Rosca sem fim

Motorização	Motor de Passo	Motor de Passo
Curso máximo	2 polegadas	36 polegadas
Precisão máxima	1 μm	100 μm
Repetibilidade máxima	0.2 μm	10 μm
Velocidade máxima	10 mm/s	50 mm/s
Aceleração Máxima	10 mm/s ²	50 mm/s ²
Encoder	Linear	Linear
Resolução máxima do encoder	0.02 μm	1 μm

Demanda

Cerca de 300 estágios, de diferentes características, ao longo das próximas décadas

Competências Necessárias

Experiência em projeto e construção de mecanismos de precisão mecânica, desenvolvimento sistema de posicionamento.

18. Bases mecânicas ultraestáveis

Introdução

Nas linhas de luz, elementos optomecânicos, tais como monocromadores, espelhos, fendas e monitores de posição, definem em grande medida as características do feixe que sofrerá interação com as amostras. Em vista do tipo de ciência que se planeja nessas estações experimentais do Projeto Sirius, a estabilidade térmica e mecânica de alguns dos componentes que as compõem é essencial.

Em laboratórios similares ao LNLS na Europa, por exemplo, uma das soluções consideradas mais estáveis para essas aplicações faz uso de grandes peças de granito, material com reconhecida estabilidade para fins de metrologia mecânica. Exemplos são exibidos nas figuras abaixo, tiradas de uma das linhas de luz do ESRF.



Fig. 1: Monocromador (esquerda) e suporte para máscaras e BPMs (direita) na linha de luz ID16 do ESRF (Grenoble, França).

As principais tecnologias lá utilizadas são: granito, granito colado e granito sintético, sendo que na Europa existem diversos fornecedores especializados. Além do granito, também são encontradas bases feitas em concreto, apesar de em menor quantidade (figura 2). No Brasil, empresas especializadas em desenvolvimento de estruturas para metrologia mecânica são desconhecidas, e a simples busca de blocos de granito de maior porte já se mostrou em certo momento uma tarefa não muito simples, seja pela própria disponibilidade ou pela viabilidade econômica.



Fig. 2: Suporte para câmara na linha de luz de NanoXAS do SLS (Villigen, Suíça).

Requisitos técnicos

O principal requisito sobre tais bases é a estabilidade térmica e mecânica, de modo que os elementos ópticos não apresentem variações significativas durante os experimentos, e mesmo ao longo do tempo.

Para isso, as estruturas devem apresentar alta rigidez, com os primeiros modos de ressonância em frequências suficientemente altas, preferencialmente acima de 60Hz, assim como alguma capacidade de amortecimento, de modo a reduzir os efeitos de vibração provenientes do solo e de equipamentos vizinhos. Essas frequências devem ser obtidas já tendo em consideração a carga sobre as bases, tipicamente algumas centenas de quilos.

Do ponto de vista térmico, é preciso que os materiais tenham baixo coeficiente de expansão térmica e baixo coeficiente de condução térmica, atuando como isoladores. Granito e granito sintético são materiais que têm mostrado uma boa adequação a estes requisitos, porém, outros materiais, incluindo concreto de boa qualidade e concreto polimérico podem ser considerados. No caso de polímeros, particularmente, a resistência à radiação também é uma condição muito importante para a vida útil do elemento.

Além dos materiais, mecanismos de nivelamento e de posicionamento fazem parte da solução e devem estar submetidos aos mesmos requisitos já mencionados.

Assim sendo, o projeto pode ser dividido em duas etapas:

1) Material: Desenvolvimento de material adequado e economicamente viável, por meio de análises em protótipos e ensaios, em que se buscam: controle de agregados; controle de densidade; resistência a compressão; resistência a tração; resistência a impacto; módulo de elasticidade; e coeficiente de expansão térmica.

Prazo: 6 meses.

2) Conjunto: Desenvolvimento de um protótipo para a base de câmara de espelhos com capacidade de carga de 300 kg e de ajuste com especificações próximas a (a ser refinada pela equipe de projetos do LNLS):

Ajuste	Faixa de trabalho	Resolução	Acurácia
Vertical:	20 mm	1 μm	+/- 5 μm
Horizontal:	20 mm	1 μm	+/- 5 μm
Ângulo Pitch	5 mrad	1 μrad	+/- 5 μrad
Ângulo Yaw	5 mrad	1 μrad	+/- 5 μrad

Esses ajustes devem ser motorizados, porém, não requerem nem velocidade nem alto número de ciclos, pois as aplicações são quasi-estáticas, suficientes apenas para permitir o alinhamento do elemento a cada semana ou mês, por exemplo.

Por outro lado, do ponto de vista vibracional, a operação do espelho deve ser possível com variações (erros dinâmicos) menores do que $0.1 \mu\text{rad}$, o que é reflexo direto da estabilidade da própria base, e nada tem a ver com a capacidade de movimentação dos estágios de alinhamento em si.

Como referência, pode-se utilizar a nova geração de câmaras de espelhos do ESRF (figura 3), entretanto, novos estudos estão em andamento e poderão trazer eventuais sugestões de melhorias. No exemplo, considera-se como base, todo o empilhamento de três blocos de granito, incluindo os elementos mecânicos intermediários. O primeiro bloco de granito deve ser colado ao solo com material epóxi para uma melhor rigidez.

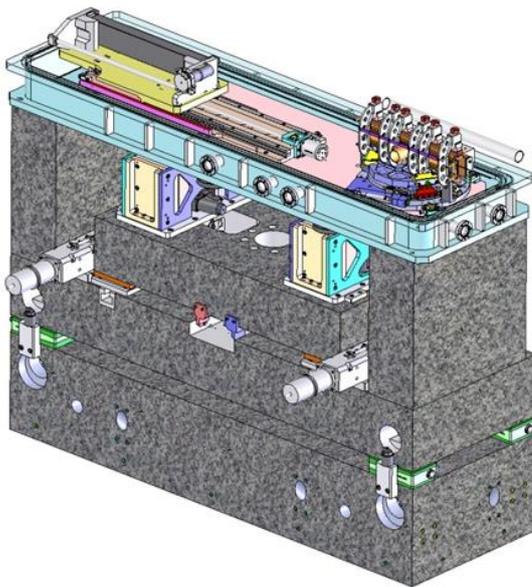


Fig. 3: Nova geração de câmara de espelhos do ESRF.

Prazo: 12 meses.

Demanda

Entre 6 e 10 bases por linha de luz, isto é, aproximadamente 100 bases para as 13 linhas de luz da primeira fase do Projeto Sirius. Essas bases deverão apresentar uma pequena variabilidade em termos de seus graus de liberdade, porém o conceito permanece inalterado.

Competência necessária

Experiência em projetos mecânicos e simulações por elementos finitos, com foco em rigidez e estabilidade termomecânica.

19. Módulos de Fendas:

Introdução

A radiação síncrotron consiste em um feixe de luz altamente colimado e de espectro amplo e contínuo por natureza, englobando de radiação infravermelha a raios-X duros. Este feixe ao se propagar ao longo da linha de luz necessita ser definido espacialmente a fim de casar perfeitamente com a aceitação dos elementos ópticos ao longo da linha. Ainda, como resultado da interação entre o feixe e esses elementos ópticos, raios são espalhados ao longo da trajetória de propagação levando a uma série de efeitos indesejados – de danos a materiais poucos tolerantes à radiação até distorção de resultados experimentais obtidos pelos cientistas. Desta forma, módulos de fendas são comumente empregados como aberturas retangulares ajustáveis verticalmente e horizontalmente a fim de definir geometricamente as dimensões finais do feixe de luz e bloquear radiação espalhada.

Tipicamente, módulos de fendas estão distribuídos ao longo das linhas de luz, normalmente associados a elementos ópticos como espelhos e monocromadores, ou a detectores. Esses módulos podem ser bastante variados: compatíveis ou não com ultra-alto-vácuo, de alta ou baixa carga térmica, e de precisões variadas.

A seguir, são definidos dois tipos de módulos de fendas a serem considerados para projeto, prototipagem e produção no Brasil.

Demanda do LNLS (descrever os parâmetros técnicos do produto):

Os requisitos para os dois tipos de módulos de fendas mais comuns nas linhas de luz da nova fonte de luz síncrotron brasileira são:

- I. Deve admitir feixe branco/pink das fontes mais comuns, ou: compatibilidade com ultra alto vácuo (10-10 mbar), tolerar altas cargas térmicas (~200W) e densidades de potência (~50W/mm²), além de possuir excelente precisão e paralelismo no posicionamento dos lábios (~1µm), conforme pode ser encontrado nas referências da seção a seguir [1, 2];
- II. Deve admitir feixe monocromático, ou: compatível com alto-vácuo (10-5 mbar) e possuir excelente precisão e paralelismo no posicionamento dos lábios (~1µm), conforme pode ser encontrado nas referências da seção a seguir [3].

Posto o cenário acima, propõe-se que a empresa interessada neste serviço refine a especificação desses componentes com a equipe do LNLS, o que não fugirá às especificações presentes no material de referência, elabore o projeto mecânico, fabrique um protótipo de cada modelo, valide as especificações, e produza um lote cabeça de série conforme consta na seção prazos à frente.

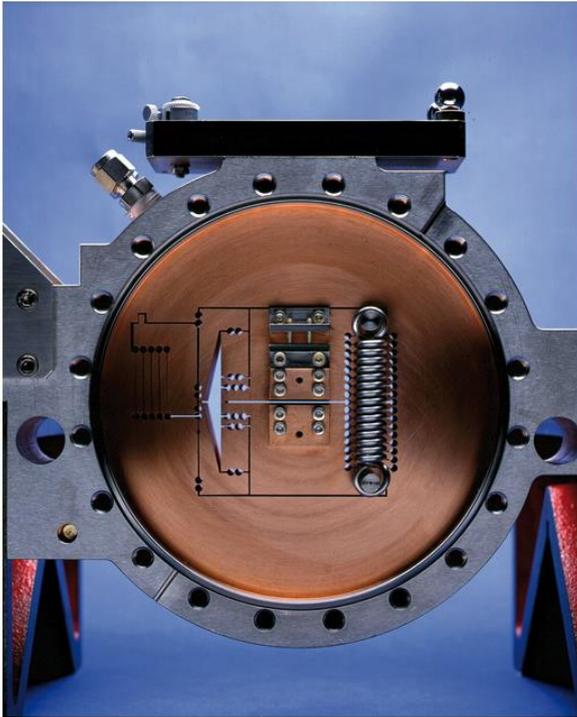


Figura 5 – Exemplo de módulo de fendas produzido pela anglo-alemã FMB-Oxford [7].

Referências do Produto

Fornecedores e sistemas de referência:

[1] <http://www.jjxray.dk/products/jj-x-ray-slit-systems/uhv-slits/ib-c30-uhv>

[2] <http://www.adc9001.com/products/view/650>

[3] <http://www.jjxray.dk/products/jj-x-ray-slit-systems/vacuum-slits/ib-c30-hv>

[4] http://www.lightsource.ca/events/past_meetings/medsi-sri2008/pdf/PPT-High_Heat_load_slit_for_MAX_lab.pdf

[5] <http://www.lesker.com/newweb/industries/uhv-synchrotron.cfm>

[6] <http://www.xhuber.de/en/product-groups/4-accessories/42-beam/slit-screens/>

[7] <http://www.fmb-oxford.com/product.php?product=66>

Quantidade que será demandada pelo LNLS

Para a primeira fase de construção das linhas de luz do Sirius se prevê a necessidade de 30 unidades do módulo do tipo 3.A e 15 unidades do módulo do tipo 3.B. Como escopo do

serviço abordado neste documento propõe-se a entrega de apenas 10 unidades 3.A e 5 unidades 3B.

Competências necessárias para projeto do desafio

Experiência em projetos mecânicos e metrologia de precisão, processos de fabricação, FEA (Finit Element Analysis) aplicada a projeto térmico-estrutural, e controle de movimento.

20. Sistema de Guias de Onda

Introdução

Não há conhecimento de um fabricante brasileiro que tenha know-how sobre guias de onda rígidos padrão WR1800 e atenda suas referidas especificações. Nas máquinas síncrotron de 3ª geração pelo mundo há grande predominância destes componentes fabricados pela norte-americana Mega Industries Inc.

Demanda do LNLS (descrever os parâmetros técnicos do produto):

Serão utilizadas seções retas, cotovelos com ângulos especiais, trechos flexíveis, acopladores bidirecionais, stub-tunners e adaptadores (guia de onda/guia de onda ou guia de onda/coaxial) que obrigatoriamente atendam as especificações mecânicas e elétricas do padrão WR1800.

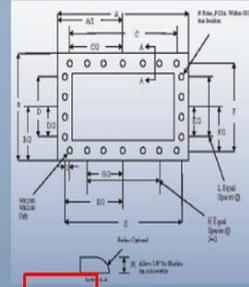
Especificações do padrão de guias de onda:

Typical Specifications									
Site EIA WR	Site IEC RJ	Recommended Frequency Range (GHz)	Cut-off for TE ₁₀ Mode (GHz)	Attenuation* Max/Min**	Power Rating In Megawatt Max/Min**	Material Alloy	Dimensions		
							ID Inches (mm)	OD Inches (mm)	Wall Thickness Inches (mm)
430	22	1.70-2.60	1.372	0.494	12.2	Al/Cu	4.3 (109.92)	4.46 (113.28)	0.080 (2.03)
				0.334	8.6		2.15 (54.61)	2.31 (58.67)	
510	18	1.45-2.20	1.157	0.382	17.1	Al/Cu	5.1 (129.54)	5.325 (135.28)	0.125 (3.18)
				0.259	12.09		2.5 (63.50)	2.8 (71.12)	
650	14	1.12-0.908	0.908	0.266	27.8	Al/Cu	6.5 (165.10)	6.75 (171.45)	0.125 (3.18)
				0.180	18.6		3.25 (82.53)	3.5 (88.90)	
770	12	0.96-1.45	0.766	0.206	39.1	Al	7.7 (195.58)	7.95 (201.93)	0.125 (3.18)
				0.140	27.6		3.85 (97.79)	4.1 (104.14)	
975	9	0.75-1.12	0.605	0.145	62.6	Al	9.75 (247.65)	10.0 (254.00)	0.125 (3.18)
				0.98	44.2		4.875 (123.83)	5.125 (130.18)	
1150	8	0.64-0.96	0.513	0.113	87.1	Al	11.5 (292.10)	11.75 (298.45)	0.125 (3.18)
				0.076	61.5		5.75 (146.05)	6 (152.40)	
1500	6	0.49-0.75	0.393	0.076	148	Al	15.0 (381.0)	15.25 (387.35)	0.125 (3.18)
				0.052	104		7.5 (190.50)	7.75 (196.87)	
1800	5	0.41-0.62	0.328	0.058	231	Al	18.0 (457.20)	18.376 (466.75)	190 (4.826)
				0.039	150		9.0 (228.60)	9.376 (238.15)	
2100	4	0.35-0.53	0.281	0.046	290	Al	21.0 (533.40)	21.376 (542.95)	190 (4.826)
				0.031	205		10.50 (266.70)	10.876 (276.25)	
2300	3	0.32-0.49	0.256	0.040	348	Al	23.0 (584.20)	23.376 (593.75)	190 (4.826)
				0.027	246		11.50 (292.10)	11.876 (301.65)	

* Attenuation is in dB per 100 feet in aluminum
 ** Maximum Frequency / Minimum Frequency

Mega Industries, LLC • 28 Sanford Drive, Gorham, Me. 04038 USA
 Phone: 207-854-1700 Fax: 207-854-2287
 E-Mail: sales@mezarhd.com

Flange Dimensions



Site	WR2300	WR2100	WR1800	WR1500	WR1150	WR775	WR770	WR650
A	26.61 (676.28)	24.61 (625.44)	21.50 (546.10)	15.0 (489.90)	15.00 (381.00)	13.25 (336.55)	11.22 (284.94)	8.69 (220.85)
B	15.13 (384.18)	14.13 (358.78)	12.50 (317.50)	1.00 (25.40)	0.25 (6.35)	0.38 (9.65)	0.38 (9.65)	0.38 (9.65)
C	23.40 (594.24)	21.40 (544.16)	18.40 (467.20)	13.9 (353.02)	11.80 (300.21)	10.01 (254.25)	7.96 (202.18)	6.76 (171.70)
D	11.90 (302.10)	10.90 (276.70)	9.40 (238.10)	3.9 (99.07)	6.14 (155.96)	5.13 (130.30)	4.11 (104.39)	3.51 (89.15)
E	25.50 (647.70)	23.50 (596.50)	20.00 (508.00)	1.00 (25.40)	13.50 (342.90)	11.75 (298.45)	9.70 (246.38)	7.87 (200.00)
F	14.00 (355.60)	13.00 (330.20)	11.00 (279.40)	5.0 (127.00)	7.75 (196.85)	6.88 (174.63)	5.85 (148.59)	4.62 (117.41)
G	20.06 (509.55)	18.38 (464.24)	16.00 (406.40)	1.00 (25.40)	10.00 (254.00)	8.00 (203.20)	8.00 (203.20)	4.75 (120.60)
H	9	7	8	7	5	4	4	2
I	0.489 (12.421)	0.439 (11.151)	-	-	-	-	-	-
J	2.23 (56.62)	2.61 (66.32)	2.00 (50.80)	2.00 (50.80)	2.00 (50.80)	2.00 (50.80)	2.00 (50.80)	2.97 (75.30)
K	9.30 (236.27)	7.80 (198.12)	9.06 (230.21)	1.00 (25.40)	5.81 (147.68)	6.00 (152.40)	2.00 (50.80)	2.50 (63.45)
L	5	3	5	3	3	3	1	1
M	1.86 (47.24)	2.80 (71.12)	1.81 (46.05)	2.00 (50.80)	1.94 (49.23)	2.00 (50.80)	2.00 (50.80)	2.50 (63.45)
N	36	28	30	24	20	18	14	10
P	0.53 (13.48)	0.53 (13.48)	0.41 (10.31)	0.41 (10.31)	0.41 (10.31)	0.41 (10.31)	0.41 (10.31)	0.33 (8.20)
R	0.75 (19.05)	0.75 (19.05)	0.625 (15.88)	0.625 (15.88)	0.625 (15.88)	0.625 (15.88)	0.5 (12.70)	0.5 (12.70)

Guias de onda instalados nas saídas combinadas dos Amplificadores em Estado Sólido do Soleil (França):



Referências do Produto (artigos, notas técnicas, figuras ilustrativas):

Catálogo de guias de onda (Mega Industries):
<http://www.megaind.com/pdf/2009RigidCatalog7.pdf>

Quantidade que será demandada pelo LNLs:

Dependerá da concretização do desenho oficial da posição das cavidades no Anel e Booster do Sirius.

Competências necessárias para projeto do desafio (se aplicável):

Conhecimento e larga experiência em componentes de RF para Alta potência, em especial, guias de onda.

Atender todas as especificações requeridas (elétricas e mecânicas) do padrão WR1800.

Competências necessárias para fabricação do desafio:

Laboratórios de Simulação, medição de RF, materiais e oficina de usinagem.