

PROSUL
PROGRAMA SUL-AMERICANO DE APOIO ÀS ATIVIDADES DE COOPERAÇÃO EM CIÊNCIA
E TECNOLOGIA
MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA – MCT
CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO - CNPq
ASSESSORIA DE COOPERAÇÃO INTERNACIONAL - ASCIN
PROGRAMAS MULTILATERAIS
DETALHAMENTO DE PROJETO

Projetos Especiais de P&D&I

Nome do Proponente: GREGORY AMARAL KYRIAZIS

Título do Projeto: DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE REFERÊNCIA DE MEDIÇÃO DE POTÊNCIA ELÉTRICA DE ALTA FREQUÊNCIA

Processo: 490271/2011-1

Edital MCT/CNPq Nº 08/2010, Programa Sul-Americano de Apoio às Atividades de Cooperação em Ciência e Tecnologia – PROSUL

Instituição do Proponente: INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA (INMETRO)

Endereço Completo: AV. NOSSA SENHORA DAS GRAÇAS, 50 – DUQUE DE CAXIAS – RJ – 25250-020

Telefone e fax: xx55(21)21453236

1. Justificativa para inserção da proposta como “projeto especial” no âmbito do Prosul

No âmbito do Prosul, entende-se por projetos especiais os “projetos de C&T&I, com características únicas ou especiais, induzidos ou enquadrados em temas considerados relevantes nos planos político, técnico-científico, econômico e social, sob a ótica da integração e desenvolvimento dos países da América do Sul”.

A proposta deve ser inserida como “projeto especial” no âmbito do Prosul por se tratar de um projeto de pesquisa e desenvolvimento inovador a ser executado conjuntamente por três países da América do Sul, a saber, Argentina, Brasil e Uruguai, com o fim de contribuir para o aperfeiçoamento do estado da arte na área de metrologia de potência e energia elétrica, com grande impacto na integração, na produtividade da indústria e na qualidade da energia elétrica fornecida aos consumidores destes países.

O Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO), no Brasil, o Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), na Argentina, e a Administración Nacional de Usinas e Transmisiones Eléctricas (UTE), no Uruguai, dispõem atualmente de sistemas de referência de medição de potência e energia elétrica para sinais senoidais nas frequências da rede elétrica (50 Hz / 60 Hz). O INMETRO e o INTI são Institutos Nacionais de Metrologia, membros do Comitê Consultivo de Eletricidade e Magnetismo que assessora o Comitê Internacional de Pesos e Medidas (CIPM) nas questões de eletricidade e magnetismo. A UTE é o laboratório designado no Uruguai para a área de eletricidade e magnetismo. Os três institutos pretendem desenvolver conjuntamente um novo sistema de referência de medição de potência elétrica que seja aplicável para frequências mais elevadas. Este projeto é um passo fundamental para o estabelecimento de uma cadeia de rastreabilidade em cada país destinada à calibração dos instrumentos usados para

medir a qualidade da energia elétrica comercializada entre as concessionárias e entre estas e os consumidores.

A implementação deste projeto disponibilizará serviços de calibração em faixas de medição ainda não cobertas pelos três institutos, atendendo aos anseios dos laboratórios acreditados das redes de calibração destes países, que em alguns casos, precisam recorrer ao exterior para calibrar seus padrões e instrumentos. Vale salientar que falta de rastreabilidade das medições vem sendo usada como uma barreira técnica ao comércio exterior.

Os resultados deste projeto serão divulgados amplamente, principalmente para outros países da América do Sul, membros do Sistema Interamericano de Metrologia (SIM), que sejam signatários da Convenção do Metro e do Arranjo de Reconhecimento Mútuo (MRA). A divulgação será realizada através da publicação de artigos técnicos em periódicos indexados, palestras, atividades de treinamento, auditoria, e consultoria técnica, por parte dos institutos que encabeçam este projeto.

2. Relevância do tema: problema(s) e justificativa(s)

Problema(s) abordado(s); prioridade do(s) problema(s) e abrangência geopolítica; segmentos da sociedade interessados na solução do(s) problema(s); perdas e prejuízos sócio-econômicos e/ou ambientais causados pelo(s) problema(s).

Nas últimas décadas, o uso crescente de cargas não lineares nas redes elétricas de distribuição de energia tem provocado um aumento significativo de harmônicos nas redes. Estes causam significativas perdas de energia no sistema elétrico que podem representar até dois dígitos percentuais da energia elétrica consumida, dependendo do nível de harmônicos presentes. Outros exemplos dos efeitos indesejáveis de harmônicos nas redes elétricas são a sobrecarga mecânica e dielétrica de equipamentos como também o sobreaquecimento de máquinas causando envelhecimento acelerado destes. As implicações econômicas dos efeitos de harmônicos são significativas. A medição confiável da magnitude de harmônicos exige o uso de técnicas de medição refinadas.

A introdução de um grande número de cargas não lineares no sistema elétrico também tem resultado em uma deterioração da qualidade de energia da rede elétrica. Uma das indicações da degradação na qualidade é a ondulação (flicker) de tensão, que é a variação lenta e repetitiva da tensão na entrada de serviço dos consumidores. A ondulação de tensão influencia a percepção visual da luz. Seres humanos tendem a notar este efeito, mesmo quando a variação é de apenas uma pequena fração da tensão total [1]. Preocupações com questões referentes à qualidade de energia tem crescido a um ponto tal que normas internacionais tem sido publicadas, em especial a IEC 61 000-3-2, que estabelecem os limites para correntes harmônicas e ondulação de tensão. Níveis de ondulação de tensão são padronizados para modulação senoidal e retangular. Mas discussões estão em andamento para futura padronização de modulação arbitrária. Adicionalmente, cada um dos harmônicos do sinal distorcido da rede elétrica costuma apresentar ondulação diferenciada (harmônicos flutuantes). Importância crescente tem sido dada à medição de harmônicos flutuantes.

O INMETRO, o INTI e a UTE seguem as políticas e diretrizes implementadas pelos operadores nacionais do sistema elétrico e das agências reguladoras de energia elétrica de seus respectivos países. Além disso, no cumprimento de suas missões como institutos nacionais de metrologia, o INMETRO, o INTI e a UTE necessitam estar no mesmo nível de seus congêneres estrangeiros, de modo a prover rastreabilidade a todas as medições de potência elétrica realizadas em seus países. Construir um sistema de referência de medição de potência elétrica de alta frequência é um dos requisitos para cumprir esta missão, uma vez que com a construção deste será possível a participação destes institutos nas comparações chave (key comparisons) do Comitê Consultivo de Eletricidade e Magnetismo (CCEM) que definem a equivalência metrológica entre os diversos institutos nacionais de metrologia do mundo. Tais institutos poderão pilotar comparações

internacionais no âmbito do Sistema Interamericano de Metrologia (SIM) estabelecendo a equivalência metrológica entre os institutos nacionais de metrologia das Américas, e em especial, da América do Sul. A implantação de tal sistema de referência eliminará também a necessidade do envio periódico de padrões de referência destes institutos para calibração em institutos mais avançados no exterior diminuindo em muito a dependência tecnológica do continente.

Estado-da-arte

Apresentar o contexto de desenvolvimento do projeto quanto aos aspectos técnico-científicos, ressaltando: trabalhos relevantes sobre o tema realizados no País e/ou no exterior; análise comparativa entre a situação atual e a situação pretendida quanto ao estágio de desenvolvimento científico-tecnológico do tema na região sul-americana.

No ano de 1996, o INTI desenvolveu um comparador de potência baseado na teoria do valor médio quadrático da soma e diferença de duas tensões¹. Com este comparador, o INTI tem participado de diversas comparações internacionais de potência² e comparações bilaterais com INMETRO do Brasil e PTB da Alemanha, obtendo bons resultados. Conquanto que tenha apresentado bons resultados, a sua operação para a calibração de um equipamento demanda muito tempo e somente pode realizar medições de potência elétrica com ondas senoidais, isto é, sem distorções nos sinais.

O INMETRO, por sua vez, desenvolveu em 2003 um sistema de referência de medição de potência elétrica, totalmente automatizado, baseado em amostragem digital³. Desde então é possível medir potência ativa e reativa monofásica para quaisquer pontos de teste com tensões de 6 V a 600 V, correntes de 0,005 A a 200 A, fator de potência de -1 to $+1$, frequência de 50 Hz ou 60 Hz, com uma incerteza expandida de 0,0030 %. O INMETRO projetou/construiu um transformador de corrente com dispositivos de chaveamento controlados por computador que são usados no sistema. Usando este sistema, o INMETRO participou com sucesso da comparação internacional de potência do Sistema Interamericano de Metrologia (SIM-EM-S2) e de comparações com INTI da Argentina, UTE do Uruguai e PTB da Alemanha⁴. Conquanto que também tenha apresentado bons resultados, o sistema de referência somente pode realizar medições de potência elétrica com sinais senoidais, isto é, sem distorções nos sinais.

O INTI entre os anos de 2010 e 2012 desenvolveu um wattímetro de amostragem digital que apresentou ótimos resultados na comparação do SIM com incertezas de medição de potência da ordem de 0,0020%. Adicionalmente, tanto os transdutores de corrente como os de tensão foram projetados, construídos, calibrados e testados no INTI.

Algumas vantagens dos atuais wattímetros de amostragem digital é que permitem a realização de medições de perdas em transformadores de potência e distribuição⁵. Os novos transformadores de potência e de distribuição se apresentam cada vez mais com melhor rendimento, quer dizer, suas perdas são cada vez menores, que por sua vez exige que os ensaios sejam cada vez mais

¹ H. Laiz and R.Garcia, "A power comparator with high accuracy simple and inexpensive", *IEEE Trans. Instrum. Meas.*, vol.46, No 2, April 1996

² H. Laiz et al, "CCEM-K5 Comparison of 50/60 Hz Power", *IEEE Trans. Instrum. Meas.*, vol.50, No 2, April 2011

³ E. Tóth, A. M. R. Franco and R. M. Debatin, "Power and Energy Reference System, Applying Dual-Channel Sampling", *IEEE Trans. Instrum. Meas.*, vol.50, No 2, April 2011, pp. 404-408.

⁴ D. Izquierdo, C. Faverio, D. Slomovitz, W.G. Kurten-Ihlenfeld, L. Di Lillo, H. Laiz, R. Garcia, A.M.R. Franco and R. M. Debatin, "Intercomparación multilateral de entre los laboratórios nacionales de Alemania, Argentina, Brasil e Uruguay", *IEEE Latin America Transactions*, vol. 4, no. 3, pp. 33-39, May 2006.

⁵ IEEE, C57.123 "IEEE Guide for transformer Loss Measurement", 5, December 2002.

precisos. Para a realização dos ensaios mencionados, é necessário um curto-circuito do secundário do transformador fazendo com que o fator de potência seja muito baixo ($\cos \varphi = 0,01$) Este fator de potência implica que o ângulo de fase entre a tensão e a corrente é próximo de 90° . Justamente neste ponto é onde se exige uma grande exatidão, pois as medições de perdas em transformadores são muito sensíveis aos erros de ângulo. A capacidade de medição de potência elétrica em fatores de potência muito baixos é de vital importância para as fábricas de transformadores, pois o custo do transformador depende das perdas do mesmo.

Adicionalmente, os instrumentos desenvolvidos, entre as facilidades anteriormente mencionadas, servem para estabelecer a rastreabilidade das medições de energia necessária para o cálculo da eficiência de lâmpadas de baixo consumo, equipamentos eletrônicos quando se encontram em “stand-by”, etc.

A área de medições de potência e energia elétrica de baixa frequência está expandindo para frequências cada vez mais elevadas, uma vez que em aplicações, como por exemplo, iluminação e fontes de alimentação chaveadas, equipamentos baseados em técnicas de modulação por largura de pulso (PWM), ensaios de transformadores de potência em vazio, estas frequências mais elevadas são usadas a fim de obter melhor eficiência e menores perdas.

No caso do INTI, diversos trabalhos tem sido desenvolvidos na área de potência elétrica e transformadores para sua utilização com sinais distorcidos ^{6 7}. O INMETRO, por sua vez, dispõe de uma vasta experiência no desenvolvimento de algoritmos de amostragem digital para estimação de parâmetros de sinais distorcidos ^{8 9 10 11}. A UTE dispõe também de vários trabalhos publicados sobre o desenvolvimento de transformadores de corrente e divisores de tensão.

Atualmente, com a disponibilidade de novos instrumentos capazes de realizar medições de potência harmônica, se torna necessário o desenvolvimento e a construção de um wattímetro de amostragem que cubra uma faixa de frequências mais elevada, que possibilite realizar as medições de forma mais rápida e que permita a calibração de potência com sinais distorcidos por meio de um padrão primário.

As cargas não lineares referidas anteriormente incluem as novas tecnologias de iluminação compacta e o uso de conversores chaveados. Estes últimos são usados tanto nos sistemas de transmissão quanto de distribuição em eletrônica de potência. Tais cargas incluem também fontes de alimentação chaveadas usadas em computadores. Estas últimas, em especial, chaveiam tensões (de ordem de 400 V) em frequências na faixa de quilohertz produzindo harmônicos além de 1 MHz. Como parte de um projeto de pesquisa conjunto europeu em potência e energia (European Commission Seventh Framework Program European Research Area NET Plus under Grant 217257), digitalizadores de banda larga comerciais estão sendo extensivamente

⁶ H. Laiz, R.Garcia, J. Prego “Desarrollo de un método para analizadores de armónicas de frecuencia de red” *Metrologia* 2000

⁷ H. Laiz and R.Garcia “Characterization of instruments transformers with non sinusoidal waveforms”, *CPEM 2002*, Ottawa, Canada

⁸ G.A. Kyriazis, “Extension of Swerlein’s algorithm for ac voltage measurement in the frequency domain”, *IEEE Trans. Instrum. Meas.*, v. 52, n. 2, pp. 367-370, Apr. 2003.

⁹ G.A. Kyriazis and M.L.R. Campos, “Bayesian inference of linear sine-fitting parameters from integrating digital voltmeter data”, *Meas. Sci. Tech.*, v. 15, pp. 337-346, Feb. 2004. Erratum published in *Meas. Sci. Tech.*, v. 15, pp. 1947, 2004.

¹⁰ G.A. Kyriazis and M.L.R. Campos, “An algorithm for accurately estimating the harmonic magnitudes and phase shifts of periodic signals with asynchronous sampling”, *IEEE Trans. Instrum. Meas.*, v. 54, n. 2, pp. 496-499, Apr. 2005.

¹¹ G.A. Kyriazis, “A simple algorithm for Bayesian signal analysis with applications to metrology”, *IEEE Trans. Instrum. Meas.*, v. 60, n. 7, pp. 2314-19, Jul. 2011.

caracterizados para possível uso em um sistema de referência para medições de potência até 1 MHz ¹².

Medidores de potência comerciais atuais podem medir frequências bem acima de 1 MHz. A calibração rastreável destes instrumentos exige digitalizadores, divisores de tensão, e shunts de corrente com larguras de banda similarmente largas. Shunts de corrente com diferenças de corrente alternada (C.A.) – corrente contínua (C.C.) muito baixas tem sido desenvolvidos recentemente por vários institutos nacionais de metrologia para medições de diferença C.A.-C.C. de banda larga. Entretanto, para seu uso em aplicações de potência, não só as propriedades C.A.-C.C. como também o valor e a estabilidade da resistência em C.C. dos shunts são importantes.

O coração dos medidores de potência de banda larga comerciais consiste de um digitalizador de alta velocidade combinado com divisores de tensão e shunts de corrente de banda larga, que são usados para converter os sinais de entrada de tensão e de corrente aos níveis de tensão de entrada do digitalizador. Para a calibração de tais medidores de potência, um sistema de referência se torna necessário, no qual um digitalizador novamente desempenha um importante papel.

O INTI tem experiência no projeto e construção de shunts aplicados à transferência C.A.-C.C.¹³. Embora o desenvolvimento de um shunt para transferência C.A.-C.C não seja equivalente ao desenvolvimento de shunts para um sistema de medição de potência de alta frequência, a experiência será valiosa para este projeto.

Como parte de um projeto de pesquisa conjunto europeu em potência e energia (European Commission Seventh Framework Program European Research Area NET Plus under Grant 217257), uma nova geração de shunts de corrente de banda larga está sendo projetada e executada para aplicação em medições de potência. Como um primeiro passo, tipos diferentes de shunts de corrente C.A.-C.C. existentes são caracterizados tanto com relação às suas características em C.A. quanto às suas propriedades em C.C. As medições em C.A. se concentram na dependência de frequência do ângulo de fase dos shunts ¹⁴. Uma caracterização extensiva das propriedades em C.C. de um tipo recente de shunt de corrente alternada de banda larga tem sido feita ¹⁵.

Embora a pesquisa europeia tenha como meta frequências de até 1 MHz, este projeto especial no âmbito do Prosul pretende abranger inicialmente a faixa de 50 Hz a 100 kHz, tendo em conta o estágio de desenvolvimento científico-tecnológico do tema na região sul-americana.

Objetivos, metas e resultados

Explicitar claramente os objetivos, as metas, os indicadores e os impactos dos resultados esperados para acompanhamento e avaliação; apontar formas de difusão dos resultados gerados na pesquisa.

¹² G. Rietveld, D. Zhao, C. Kramer, E. Houtzager, O. Kristensen, C. De Leffe and T. Leppert, “Characterization of a wideband digitizer for power measurements up to 1 MHz”, *IEEE Trans. Instrum. Meas.*, vol. 60, no. 7, July 2011, pp. 2195-2201.

¹³ Lucas Di Lillo, Héctor Laiz, Eliana Yasuda, Ricardo García, “Comparison of three different shunts design for ac-dc current transfer”, IX Semetro, Metrologia 2011, Natal, Sept. 2011.

¹⁴ G.C. Bosco, M. Garcocz, K. Lind, U. Pogliano, G. Rietveld, V. tarasso, Bostjan Voljc and V.N. Zachovalová, “Phase comparison of high-current shunts up to 100 kHz”, *IEEE Trans. Instrum. Meas.*, vol. 60, no. 7, July 2011, pp. 2359-2365.

¹⁵ G. Rietveld, J.H.N. van der Beek and E. Houtzager, “DC Characterization of ac shunts for wideband power applications”, *IEEE Trans. Instrum. Meas.*, vol. 60, no. 7, July 2011, pp. 2191-2194.

O objetivo do presente projeto é o desenvolvimento e construção de um wattímetro de amostragem assíncrona para a medição de potência e energia elétrica em frequências de 50 Hz até 100 kHz. O desenvolvimento deste novo wattímetro permitirá reduzir as incertezas de medição e incorporar o serviço de medição de potência e energia em altas frequências na área de calibrações elétricas.

O projeto será executado entre os Institutos Nacionais de Metrologia do Brasil (INMETRO), da Argentina (INTI) e do Uruguai (UTE). O objetivo é a construção de três equipamentos similares, um para cada um dos institutos.

Os gastos de traslados de pessoal para realizar reuniões técnicas está também incluído neste projeto. Dado que será um projeto em conjunto entre os três institutos, cada um destes terá a responsabilidade de realizar as seguintes tarefas:

O INMETRO será responsável pelo desenvolvimento de novos algoritmos de amostragem digital adequados ao novo equipamento, assim como também pela validação destes. O INMETRO também estabelecerá a sincronização de um digitalizador comercial a base de conversor digital integrador (Agilent 3458A). A idéia é usar sub-amostragem para estender a faixa de frequência deste digitalizador.

Adicionalmente, será necessário construir dois condicionadores de sinais, um para tensão e outro para corrente. No caso de tensão, é necessário desenvolver e construir divisores resistivos de tensão para várias faixas de tensão e este desenvolvimento estará a cargo da UTE, que se encarregará também da calibração do mesmo. Finalmente, no caso de corrente, o INTI ficará com a responsabilidade de projetar e construir shunts de baixo valor de resistência para várias faixas de corrente e providenciar sua calibração. Também transformadores de corrente de banda larga serão considerados. O INTI também construirá um digitalizador com conversor digital sigma-delta. A idéia é comparar o comportamento dos dois digitalizadores: o baseado em um conversor digital integrador e o outro baseado em um conversor sigma-delta.

Desse modo, há uma previsão da realização de seis reuniões entre os técnicos dos três países envolvidos no projeto. Nas duas primeiras reuniões se definirão as linhas de ação do projeto assim como se deverão analisar as responsabilidades de cada instituto dentro do projeto. As duas reuniões intermediárias serão realizadas quando o projeto se encontrar em seu estágio intermediário para analisar os avanços do mesmo, e finalmente serão realizadas as duas últimas reuniões com vistas à colocação em funcionamento do sistema de referência. O local de realização das reuniões será definido de acordo com a etapa do projeto.

Os resultados deste projeto serão divulgados para outros países da América do Sul, membros do Sistema Interamericano de Metrologia (SIM), que sejam signatários da Convenção do Metro e do Arranjo de Reconhecimento Mútuo (MRA). A divulgação será realizada através da publicação de artigos técnicos em periódicos indexados, comunicações em conferências, atividades de treinamento, auditoria, e consultoria técnica, por parte dos países que encabeçam este projeto.

3. Metodologia

Descrever os métodos que planeja utilizar para abordar os objetivos do projeto.

O métodos a serem utilizados são a pesquisa da literatura pertinente, visitas técnicas aos institutos participantes para trocar experiências sobre detalhes do projeto, aquisição de material de consumo, experimentação em laboratório, desenvolvimento dos componentes do sistema de referência de medição, construção e teste destes componentes, desenvolvimento de algoritmos de amostragem digital, desenvolvimento do software de medição, integração hardware/software do sistema de referência de medição, operação e teste do sistema de referência de medição, análise dos resultados obtidos, e publicação e divulgação dos resultados obtidos em conferências, periódicos indexados, cursos de treinamento, workshops, etc.

4. Informações sobre as equipes brasileira e estrangeira

Identificar todos os membros das equipes brasileira e estrangeira informando nome, instituição, sigla, país e titulação.

Equipe brasileira:				
Liste os pesquisadores integrantes da equipe brasileira.				
Item	Nome	Instituição	Sigla	Titulação
1.	Gregory Kyriazis	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia	INMETRO	Doutorado
2.	Ana Maria Ribeiro Franco	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia	INMETRO	Mestrado
3.	Rosane Moreira Debatin	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia	INMETRO	Mestrado
4.	Edson Afonso	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia	INMETRO	Mestrado

Equipe estrangeira:					
Liste os pesquisadores integrantes da equipe estrangeira.					
Item	Nome	Instituição	Sigla	País	Titulação
5.	Héctor Laiz	Instituto Nacional de Tecnología Industrial	INTI	Argentina	Doutorado
6.	Daniel Slomovitz	Administración Nacional de Usinas e Transmisiones Eléctricas	UTE	Uruguay	Doutorado
7.	Ricardo Iuzzolino	Instituto Nacional de Tecnología Industrial	INTI	Argentina	Doutorado
8.	Lucas Di Lillo	Instituto Nacional de Tecnología Industrial	INTI	Argentina	Mestrado
9.	Leonardo Trigo	Administración Nacional de Usinas e Transmisiones Eléctricas	UTE	Uruguay	Engenheiro Eletrônico
10.	Eliana Yasuda	Instituto Nacional de Tecnología Industrial	INTI	Argentina	Técnico Eletrônico

5. Justificativa para a cooperação internacional

Descrever a inserção/interesse do tema da pesquisa nos cenários nacional e internacional, justificando os benefícios desta cooperação para a América do Sul.

O INMETRO, o INTI e a UTE seguem as políticas e diretrizes implementadas pelos operadores nacionais do sistema elétrico e das agências reguladoras de energia elétrica de seus respectivos países. Além disso, no cumprimento de suas missões como institutos nacionais de metrologia, o INMETRO, o INTI e a UTE necessitam estar no mesmo nível de seus congêneres estrangeiros, de modo a prover rastreabilidade a todas as medições de potência elétrica realizadas em seus países. Construir um sistema de referência de medição de potência elétrica de alta frequência é um dos requisitos para cumprir esta missão, uma vez que com a construção deste será possível a participação destes institutos nas comparações chave (key comparisons) do Comitê Consultivo de Eletricidade e Magnetismo (CCEM) que definem a equivalência metrológica entre os diversos institutos nacionais de metrologia do mundo. Tais institutos poderão pilotar comparações internacionais no âmbito do Sistema Interamericano de Metrologia (SIM) estabelecendo a equivalência metrológica entre os institutos nacionais de metrologia das Américas, e em especial, da América do Sul. A implantação de tal sistema de referência eliminará também a necessidade do envio periódico de padrões de referência destes institutos para calibração em institutos mais avançados no exterior diminuindo em muito a dependência tecnológica do continente.

Os resultados deste projeto serão divulgados amplamente, principalmente para outros países da América do Sul, membros do Sistema Interamericano de Metrologia (SIM), que sejam signatários da Convenção do Metro e do Arranjo de Reconhecimento Mútuo (MRA). A divulgação será realizada através da publicação de artigos técnicos em periódicos indexados, palestras, atividades de treinamento, auditoria, e consultoria técnica, por parte dos institutos que encabeçam este projeto.

Um projeto de pesquisa conjunto em potência e energia (European Commission Seventh Framework Program European Research Area NET Plus under Grant 217257) foi recentemente conduzido por países europeus sob o guarda-chuva do European Metrology Research Program (EMRP) que é administrado pela Organização Metrológica Européia (EURAMET). Este projeto tem apresentado resultados na forma de desenvolvimento de digitalizadores, divisores de tensão, shunts de corrente e tais resultados tem sido publicados em periódicos indexados. A meta é o desenvolvimento de e sistemas de referência de medição de potência elétrica para frequências de até 1 MHz.

Embora a pesquisa européia tenha como meta frequências de até 1 MHz, este projeto especial no âmbito do Prosul pretende abranger inicialmente a faixa de 50 Hz a 100 kHz, tendo em conta o estágio de desenvolvimento científico-tecnológico do tema na região sul-americana.

Histórico, modelo de gestão e compromisso das instituições participantes do projeto

Elaborar breve histórico das instituições nacionais e estrangeiras envolvidas, descrevendo o papel e a contribuição científica e tecnológica de cada uma para o projeto; apresentar histórico do envolvimento dos grupos, identificando experiências conjuntas antecedentes, quando for o caso; descrever o arranjo institucional e/ou formas de interação pretendidos.

O INMETRO, o INTI e a UTE participam ativamente das reuniões técnicas do Sistema Interamericano de Metrologia (SIM). Participam também em comparação internacionais conduzidas pelo SIM. Os especialistas deste projeto tem proferido palestras em cursos e workshops organizados pelo SIM para os vários institutos nacionais de metrologia das Américas. Estes institutos também tem realizado atividades em conjunto em diversas áreas da metrologia.

6. Infra-estrutura disponível para realização do projeto

Descrever, em termos qualitativos e quantitativos, a infra-estrutura existente: material permanente, equipamentos, instalações disponíveis para o projeto, contrapartida de infra-estrutura das instituições estrangeiras.

O leitor pode ter informação da infra-estrutura destes institutos nos respectivos portais da Internet.

Cronograma de atividades

Descrever cada atividade relacionada à execução do projeto, indicando o pesquisador e data de realização. Acrescentar novos campos, se necessário.

Cronograma de atividades:			
Pesquisador	Atividade		Período de execução (dd/mm/aa)
	No.	Descrição	
1. Gregory Kyriazis	1	Elaboração e validação de algoritmos de amostragem digital	1. 05/04/2013 a 05/08/2013
1. Gregory Kyriazis	2	Sincronização do digitalizador a base de conversor digital integrador (Agilent 3458A)	2. 05/06/2013 a 05/08/2013
5. Héctor Laiz	3	Desenvolvimento de shunts de corrente de banda larga	3. 05/04/2013 a 05/08/2013
8. Lucas Di Lillo	3	Desenvolvimento de shunts de corrente de banda larga	3. 05/04/2013 a 05/08/2013
1. Gregory Kyriazis	4	Aquisição de componentes e materiais	3. 05/10/2014 a 05/03/2015
10. Eliana Yasuda	5	Construção e teste de shunts de corrente de banda larga	5. 05/03/2015 a 05/07/2015
7. Ricardo luzzolino	6	Construção e teste de digitalizador a base de conversor digital sigma-delta	6. 05/03/2015 a 05/07/2015
6. Daniel Slomovitz	7	Desenvolvimento de divisores resistivos de tensão de banda larga	7. 05/04/2013 a 05/08/2013
9. Leonardo Trigo	8	Construção e teste de divisores resistivos de tensão de banda larga	8. 05/03/2015 a 05/07/2015
1. Gregory Kyriazis	9	Comparação entre os digitalizadores: integrador e sigma-delta	9. 05/07/2015 a 05/10/2015
8. Lucas Di Lillo	9	Comparação entre os digitalizadores: integrador e sigma-delta	9. 05/07/2015 a 05/10/2015
7. Ricardo luzzolino	9	Comparação entre os digitalizadores: integrador e sigma-delta	9. 05/07/2015 a 05/10/2015

1. Gregory Kyriazis	10	Integração e operação do sistema de referência de medição de potência de alta frequência	10. 05/10/2015 a 05/03/2016
2. Ana Maria Ribeiro Franco	10	Integração e operação do sistema de referência de medição de potência de alta frequência	10. 05/10/2015 a 05/03/2016
3. Rosane Debatin	10	Integração e operação do sistema de referência de medição de potência de alta frequência	10. 05/10/2015 a 05/03/2016
4. Edson Afonso	10	Integração e operação do sistema de referência de medição de potência de alta frequência	10. 05/10/2015 a 05/03/2016
5. Héctor Laiz	10	Integração e operação do sistema de referência de medição de potência de alta frequência	10. 05/10/2015 a 05/03/2016
8. Lucas Di Lillo	10	Integração e operação do sistema de referência de medição de potência de alta frequência	10. 05/10/2015 a 05/03/2016
7. Ricardo Iuzzolino	10	Integração e operação do sistema de referência de medição de potência de alta frequência	10. 05/10/2015 a 05/03/2016
10. Eliana Yasuda	10	Integração e operação do sistema de referência de medição de potência de alta frequência	10. 05/10/2015 a 05/03/2016
6. Daniel Slomovitz	10	Integração e operação do sistema de referência de medição de potência de alta frequência	10. 05/10/2015 a 05/03/2016
9. Leonardo Trigo	10	Integração e operação do sistema de referência de medição de potência de alta frequência	10. 05/10/2015 a 05/03/2016
1. Gregory Kyriazis	11	Publicação e divulgação do projeto em conferências, periódicos e treinamentos	11. 05/03/2016 a 20/05/2016
2. Ana Maria Ribeiro Franco	11	Publicação e divulgação do projeto em conferências, periódicos e treinamentos	11. 05/03/2016 a 20/05/2016
3. Rosane Debatin	11	Publicação e divulgação do projeto em conferências, periódicos e treinamentos	11. 05/03/2016 a 20/05/2016
4. Edson Afonso	11	Publicação e divulgação do projeto em conferências, periódicos e treinamentos	11. 05/03/2016 a 20/05/2016
5. Héctor Laiz	11	Publicação e divulgação do projeto em conferências, periódicos e treinamentos	11. 05/03/2016 a 20/05/2016

8. Lucas Di Lillo	11	Publicação e divulgação do projeto em conferências, periódicos e treinamentos	11. 05/03/2016 a 20/05/2016
7. Ricardo Iuzzolino	11	Publicação e divulgação do projeto em conferências, periódicos e treinamentos	11. 05/03/2016 a 20/05/2016
10. Eliana Yasuda	11	Publicação e divulgação do projeto em conferências, periódicos e treinamentos	11. 05/03/2016 a 20/05/2016
6. Daniel Slomovitz	11	Publicação e divulgação do projeto em conferências, periódicos e treinamentos	11. 05/03/2016 a 20/05/2016
9. Leonardo Trigo	11	Publicação e divulgação do projeto em conferências, periódicos e treinamentos	11. 05/03/2016 a 20/05/2016

7. Orçamento detalhado

Informar os itens de custeio que estão previstos para a execução do projeto e de acordo com o tipo de despesa autorizado para financiamento. Acrescentar novos campos de cada item de dispêndio previsto, se necessário.

* detalhar passagens, quantidade de diárias (conforme tabela do CNPq) e despesas de custeio para cada pesquisador, relacionando com a atividade a ser desenvolvida conforme quadro anterior.

**somente para gastos com material importado.

Orçamento detalhado:				
Itens de dispêndio previstos para execução do projeto.				
Item de dispêndio	Detalhamento*		R\$ (real)	US\$ (dólar)**
	No. da atividade relacionada (quadro anterior)	Descrição do item de dispêndio		
Passagens aéreas (quatro viajantes)	1, 2, 5, 8	Reunião INTI		4,000.00
	1, 2, 5, 8	Reunião Inmetro		4,000.00
	3, 4	Reunião INTI		4,000.00
	3, 4	Reunião Inmetro		4,000.00
	6, 7	Reunião UTE		4,000.00
	6, 7	Reunião Inmetro		4,000.00
	9, 10	Reunião INTI		4,000.00
	9, 10	Reunião Inmetro		4,000.00
Item de dispêndio	Detalhamento*		R\$ (real)	US\$ (dólar)**
	No. da atividade relacionada (quadro anterior)	Descrição do item de dispêndio		
Diárias (quatro viajantes)	1, 2, 5, 8	Reunião INTI		4,000.00
	1, 2, 5, 8	Reunião Inmetro	3756,60	
	3, 4	Reunião INTI		4,000.00
	3, 4	Reunião Inmetro	3756,60	
	6, 7	Reunião UTE		4,000.00
	6, 7	Reunião Inmetro	3756,60	
	9, 10	Reunião INTI		4,000.00
	9, 10	Reunião Inmetro	3756,60	

Item de dispêndio	Detalhamento*		R\$ (real)	US\$ (dólar)**
	No. da atividade relacionada (quadro anterior)	Descrição do item de dispêndio		
Despesas de custeio:				
a) Componentes eletrônicos p/ 3 (três) digitalizadores sigma-delta	5, 9	Conversores A/D, resistores, capacitores, etc.		7,000.00
b) Material p/ 3 (três) jogos de shunts de 100 mA, 200 mA, 500 mA, 1 A, 2 A, 5 A, 10 A e 20 A (saída 1 V)	3, 4, 9	Resistores Vishay,e empacotamento		42,100.00
c) Material p/ 3 (três) jogos de transformadores de corrente de banda larga (10 kHz) de relação 5/5 a 1200/5 (secundário até 5 A)	3, 4, 9	Núcleos magnéticos, enrolamentos de cobre, blindagens, componentes e empacotamento		42,300.00
d) Material p/ 3 (três) jogos de divisores de tensão resistivos passivos de 60 V, 120 V, 240 V, 480 V e 600 V (saída 5 V)	6, 7, 9	Resistores Vishay e empacotamento		67,000.00
e) Material p/ 3 (três) jogos de divisores de tensão ativos de 60 V, 120 V, 240 V, 480 V e 600 V (saída 5 V)	6, 7, 9	Resistores, capacitores, transistores, amplificadores (op amp), drivers, portas lógicas, núcleos magnéticos, relés, adesivos, etc		120,390.00
f) Material p/ sincronização do digitalizador a base de conversor integrador	1, 2, 9	Componentes p/ link ótico,		28,230.00
g) Material p/ desenvolvimento de hardware e software de DSP	2, 6, 7, 9	Compilador VISUAL DSP++ da Analog Devices, emulador, Kit para DSP SHARC 21364 da Analog Devices, Kit para BLACKFIN Processor BF518, ferramentas, etc.		11,000.00
		Subtotal	15.026,40	366,020.00
		Total (R\$)		755.850,76

12. Contrapartida

Indicar recursos (financeiros, humanos, de capital, etc) necessários para execução do projeto que serão disponibilizados pelas instituições envolvidas.

Os institutos participantes fornecerão os homens-hora e infra-estrutura necessários à execução do das partes que lhe cabem do projeto. Necessidades financeiras adicionais não previstas serão cobertas pelos institutos de acordo com o interesse dos mesmos em assim proceder.

13. Informações complementares

Assinalar outros aspectos que sejam considerados relevantes para a avaliação do projeto que não estejam especificados nos itens anteriores.

14. Currículo dos integrantes da equipe estrangeira

Preencher o modelo de currículo abaixo para cada pesquisador da equipe estrangeira que não possua currículo Lattes. Copiar e colar seqüencialmente o modelo quantas vezes forem necessárias.

CURRICULUM VITAE DE PESQUISADOR ESTRANGEIRO				
1. Actuación Profesional/Local de Trabajo				
nombre Héctor Manuel Laiz			e-mail Laíz@inti.gov.ar	
entidad Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI)			cargo/función Director	
división/unidad Centro de Investigación y Desarrollo en Física y Metrología y Programa de Metrología Legal del INTI			inicio(mês/ano) 1989	
dirección profesional Parque Tecnológico Miguelete Av. Gral. Paz 5445			casilla de correo C.C.: 157, B1650WAB	
ciudad San Martin	Pcia. Buenos Aires	País Argentina	C.P.	
telefono + 54 11 4724 6200/6300/6400	interno	Fax + 54 11 4724 6244		
2. Titulación/Formación Académica				
grado Doctor en Ingeniería	curso Ingeniería eléctrica		Período 1999	
	entidad/institución Universidad Técnica de Braunschweig, Alemania.	ciudad Braunschweig	País Alemania	Pcia.
grado Ingeniero Electricista	curso Ingeniería eléctrica		Período	
	entidad/institución Universidad de Buenos Aires	ciudad Buenos Aires	País Argentina	Pcia. BA
grado	Curso		Período	
	entidad/institución	ciudad	País	Pcia.
3. Área de Actuación				
segmento/actividad			para el uso del CNPq	
High frequency thin-film multijunction thermal converter on a quartz chip				
Characterization of instrument transformers with non-sinusoidal waveforms				
Ac-dc voltage transfer standards with thin-film multijunction thermal converters and planar resistors				
1-A and 120-mA thin film multijunction thermal converters				
Sampling Wattmeters				
Ac-dc current transfer step-up calibration and uncertainty calculation				
Power Comparators				
Reconocimiento internacional de las mediciones que se efectúan en la Argentina				
Proyectos científico-tecnológicos tendientes a la mejora en los patrones nacionales de medida y su disseminación a la industria, el comercio y la sociedad en general.				
4. Actividad actual				

dirección y administración	Gerente de Metrología y Calidad en las Mediciones del INTI
	A cargo de la Dirección del Centro de Investigación y Desarrollo en Física y Metrología y de la Dirección del Programa de Metrología Legal del INTI
investigación y desarrollo	Medición de tensión alterna a baja frecuencia.
	Desarrollo de termoconvertidores de film delgado para la medición de altas corrientes.
trabajo técnico/especialización (otras)	Universidad Nacional de San Martín
	Profesor del Taller de Tesis de la Maestría en Calidad Industrial

5. Experiencia profesional

5.1. actividades	Periodo
Gerente de Metrología y Calidad en las Mediciones del INTI A cargo de la Dirección del Centro de Investigación y Desarrollo en Física y Metrología y de la Dirección del Programa de Metrología Legal del INTI	2009-2013
Subgerente de Laboratorios de Referencia	1999-2009
Laboratorios de Medidores Eléctricos, Transferencia ac-dc, alta tensión, etc.	1989-1999
Facultad. de Ingeniería, Universidad de Buenos Aires.	1987-1989
Westinghouse Argentina	1986- 1987

6. Producción Científica, Tecnológica y Artística Complementar

	cantidad		Cantidad
1. artículos científicos en periódicos especializados nacionales	02	6. comunicación en congresos, seminarios, palestras, etc.	39
2. artículos científicos en periódicos especializados extranjeros	16	7. participación en exposiciones, presentaciones, etc.	
3. artículos de divulgación científica		8. filmes, vídeos, audiovisuales realizados	
4. tesis defendidas	01	9. patentes obtenidas	
5. tesis dirigidas	06	10. libros publicados	

7. Principales publicaciones:

Listar las principales publicaciones realizadas, incluyendo sobretodo, las más importantes para el proyecto en cuestión.

Tesis Doctoral: "Low Frequency Behaviour of Thin-film Multijunction Thermal Converters". Tesis premiada por la Fundación von Helmholtz, 1999.

M. Klonz, H. Laiz, E. Kessler, "Development of Thin-film Multijunction Thermal Converter at PTB/IPHT," *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurements*, vol. 50, No. 6, Dec. 2001.

L. Scarioni, M. Klonz, H. Laiz, M. Kampik, "High Frequency Thin-film Multijunction Thermal Converter on a Quartz Chip," *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurements*, vol. 52, No. 2, April 2003.

H. Laiz, T. Wunsh, J. Kinard, T. Lipe, "1-A and 120-mA Thin film Multijunction Thermal Converters", *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurements*, vol. 54, No. 2, April 2005.

L. Di Lillo, R. Garcia, H. Laiz, "Development of a Sampling Wattmeter at INTI", VIII SEMETRO, Brasil, 2009.

8. Idiomas

marcar la columna apropiada: P – poco R – razonablemente B – bien

Idioma	habla			lee			escribe			idioma	habla			Lee			Escribe		
	P	R	B	P	R	B	P	R	B		P	R	B	P	R	B	P	R	B
Inglés	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Español	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Alemán	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Portugués	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

8. Firma

Buenos Aires	05/03/2013	Héctor Laiz
local	fecha	Firma

CURRICULUM VITAE DE PESQUISADOR ESTRANGEIRO

1. Actuación Profesional/Local de Trabajo				
nombre Daniel Slomovitz			e-mail DSlomovitz@ute.com.uy	
entidad Administración Nacional de Usinas e Transmisiones Eléctricas (UTE)			cargo/función Jefe del Laboratorio	
división/unidad Laboratorio de UTE (Usinas y Trasmisiones Eléctricas)			inicio(mês/ano) 1979	
dirección profesional Palacio de la Luz - Paraguay 2431				casilla de correo
ciudad Montevideo	Pcia.	País Uruguay	C.P.	
telefono (*598) 2613 0467	interno	Fax (*598) 2613 0467		
2. Titulación/Formación Académica				
grado Doctor en Ingeniería.	curso Ingeniería eléctrica		período 2000	
	entidad/institución Universidad de la República del Uruguay	ciudad Montevideo	país Uruguay	Pcia.
grado Ingeniero Industrial opción Eléctrica.	curso Ingeniería industrial		Período 1978	
	entidad/institución Universidad de la República del Uruguay	ciudad Montevideo	País Uruguay	Pcia.
grado	Curso		Período	
	entidad/institución	ciudad	País	Pcia.
grado	Curso		Período	
	entidad/institución	ciudad	País	Pcia.
3. Área de Actuación				
segmento/actividad			para el uso del CNPq	
Patrones de potencia eléctrica				
Metrología eléctrica en alta tensión				
Efectos de la distorsión sobre medidores de energía				
Polución de armónicos en las redes de potencia.				
Electronic compensation of voltage transformers				
Correction of power-transformer no-load-losses measured under non-sinusoidal voltage waveforms				
Behaviour of power-factor meters under non-sinusoidal current and voltage				
Análisis de modelos matematicos de resistores dependientes de la temperatura				
Mejoras en las características de divisores inductivos mediante el uso de dispositivos electrónicos				
Electronic devices for increasing the accuracy of high voltage measuring transformers				
Compensación de errores en transformadores de corriente				

4. Actividad actual			
dirección y administración	Jefe del Laboratorio de UTE (Usinas y Trasmisiones Eléctricas).		
	Responsable por las actividades de ensayos, investigación y desarrollo de todo el Laboratorio.		
investigación y desarrollo	Diseño de equipos electrónicos de medición y control		
	Diseño de equipos de ensayo en alta tensión.		
trabajo técnico/especialización (otras)	Facultad de Ingeniería, UDELAR		
	Profesor titular grado 5: Curso: Monografías de Medidas Eléctricas.		
5. Experiencia profesional			
5.1. actividades			Período
Laboratorio de UTE (Usinas y Trasmisiones Eléctricas), Jefe del Laboratorio. Responsable por las actividades de ensayos, investigación y desarrollo de todo el Laboratorio. Éste comprende los laboratorios Eléctrico, Metrológico, Mecánico y Químico. Emplea unos 30 funcionarios y centraliza las actividades de laboratorio de toda la empresa.			1979-2013
Ejercicio libre de la profesión: Diseño e implementación de laboratorios eléctricos. Diseño de equipos electrónicos de medición y control. Diseño de equipos de ensayo en alta tensión. Consultoría en fabricación de componentes electrónicos. Consultoría en control de calidad.			1980-2013
Laboratorio de UTE, Segundo Jefe del Laboratorio.			1978-1979
Laboratorio de UTE, Ayudante de Ingeniero.			1977-1978
6. Producción Científica, Tecnológica y Artística Complementar			
	cantidad		Cantidad
1. artículos científicos en periódicos especializados nacionales		6. comunicación en congresos, seminarios, palestras, etc.	96
2. artículos científicos en periódicos especializados extranjeros	29	7. participación en exposiciones, presentaciones, etc.	19
3. artículos de divulgación científica	13	8. filmes, vídeos, audiovisuales realizados	
4. tesis defendidas	01	9. patentes obtenidas	02
5. tesis dirigidas		10. libros publicados	02
7. Principales publicaciones:			
Listar las principales publicaciones realizadas, incluyendo sobretodo, las más importantes para el proyecto en cuestión.			
Shielded electronic current transformer, D. Slomovitz, H. de Souza. IEEE Transactions on Instrumentation and Measurements, pp. 500-502, Abr. 2005.			
Electronic system for increasing the accuracy of inservice instrument transformers, D. Slomovitz, IEEE Transactions on Instrumentation and Measurements, pp. 408- 410, Abr. 2003.			
8. Idiomas			
marcar la columna apropiada: P – poco R – razonablemente B – bien			
Idioma	habla	lee	escribe
	P R B	P R B	P R B
Inglés	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
Español	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
8. Firma			
Montevideo	05/03/2013	Daniel Slomovitz	
local	fecha	Firma	

CURRICULUM VITAE DE PESQUISADOR ESTRANGEIRO

1. Actuación Profesional/Local de Trabajo

nombre Lucas Di Lillo		e-mail ldili@inti.gov.ar	
entidad Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI)		cargo/función Coordinador	
división/unidad Unidad Técnica Electricidad de INTI–Física y Metrología.		inicio(mês/ano)	
dirección profesional Parque Tecnológico Miguelete Av. Gral. Paz 5445		casilla de correo C.C.: 157, B1650WAB	
ciudad San Martín	Pcia. Buenos Aires	País Argentina	C.P.
telefono (5411) 4724-6200	interno Ext. 6673	Fax	

2. Titulación/Formación Académica

grado Licenciado	curso Ciencias Físicas		período 2001	
	entidad/institución Universidad de Buenos Aires	ciudad Buenos Aires	país Argentina	Pcia. BA
grado	curso		período	
	entidad/institución	ciudad	país	Pcia.
grado	curso		período	
	entidad/institución	ciudad	país	Pcia.

3. Área de Actuación

segmento/actividad	para el uso del CNPq
Diseño de Termoconvertidores de film delgado mediante elementos finitos	
Simulación de un resistor de disco de film delgado mediante elementos finitos en cooperación con Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) de Alemania	
Diseño y construcción de un wattímetro de muestreo.	
Ensayos de tipo de medidores eléctricos electrónicos clase 0.2, 0.5 y 1 bajo las Normas IEC.	
Participation in several international comparisons on electrical quantities	

4. Actividad actual

dirección y administración	Coordinador de la Unidad Técnica Electricidad de INTI–Física y Metrología.
investigación y desarrollo	Diseño y construcción de un wattímetro de muestreo.
	Thin film AC-DC thermalconverter with VO ₂ resistive sensing
trabajo técnico/especialización (otras)	Verificación de los sistemas de medición en 220 kV y 132 kV en la Central Nuclear "Atucha I".
(otras)	Diseño y construcción de un voltímetro de alta impedancia para la medición de voltajes desde 1 a 100 kV en DC y AC.

5. Experiencia profesional			
5.1. actividades			período
Coordinador de la Unidad Técnica Electricidad de INTI-Física y Metrología.			2008-2013
Jefe del Laboratorio de Transferencia AC-DC y potencia eléctrica de la Unidad Técnica Electricidad de INTI-Física y Metrología.			2001-2008
Desarrollé mis actividades en el Laboratorio de Dieléctricos de INTI-Física y Metrología			1994-2001
Científico Invitado del Instituto de Física Técnica PTB (Physikalisch-Technischen Bundesanstalt) de la República Federal de Alemania (2005). Estadía de tres meses trabajando en el diseño de un resistor de disco para la medición de muy bajas tensiones alternas.			2005
Representante del INTI ante el Grupo de trabajo de Electricidad y Magnetismo del Sistema Interamericano de Metrología (SIM)			1999-2013
Profesor en la materia "Metrología eléctrica" que forma parte del curso de Asistente de la Calidad de la Universidad de San Martín.			2009
Profesor en la materia "Metrología eléctrica" que forma parte del curso de la Especialización en Calidad Industrial de la Universidad de San Martín			2010
6. Producción Científica, Tecnológica y Artística Complementar			
	cantidad		cantidad
1. artículos científicos en periódicos especializados nacionales		6. comunicación en congresos, seminarios, palestras, etc.	11
2. artículos científicos en periódicos especializados extranjeros	01	7. participación en exposiciones, presentaciones, etc.	
3. artículos de divulgación científica		8. filmes, videos, audiovisuales realizados	
4. tesis defendidas		9. patentes obtenidas	
5. tesis dirigidas		10. libros publicados	
7. Principales publicaciones:			
Listar las principales publicaciones realizadas, incluyendo sobretodo, las más importantes para el proyecto en cuestión.			
<p>"Comparison of three different shunts design for ac-dc current transfer", Lucas Di Lillo, Héctor Laiz, Eliana Yasuda, Ricardo García, IX Semetro, Metrologia 2011, Natal, Sept. 2011.</p> <p>"Thin film AC-DC thermalconverter with VO₂ resistive sensing", L. Di Lillo, R. García, H. Laiz, L. Fraigi, CPEM 2008, Broomfield, Colorado, USA, Junio 8 -13, 2008</p> <p>"Calibration System for a Digital Standard Power Source for Power Quality Parameters", M. Bierzychudek, R. Iuzzolino, H. Laiz, R. Garcia, L. Di Lillo, VII SEMETRO, Belo Horizonte, Brasil, 2007</p> <p>"New ac-dc current tranfer sep-up", L. Di Lillo, H. Laiz, R. García, "VI SEMETRO", Rio de Janeiro, República Federativa de Brasil, Septiembre de 2005.</p> <p>"Cálculo de incertidumbres y correlaciones por simulación numérica en procesos de step-up" F. Kornblit, L. Di Lillo, "5tas Jornadas de Desarrollo e Innovación", Noviembre 2004, INTI.</p>			
8. Idiomas			
marcar la columna apropiada: P – poco R – razonablemente B – bien			
Idioma	habla	lee	escribe
	P R B	P R B	P R B
Inglés	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
Español	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
8. Firma			
Buenos Aires	05/03/2013	Lucas Di Lillo	
local	Fecha	Firma	

CURRICULUM VITAE DE PESQUISADOR ESTRANGEIRO

1. Actuación Profesional/Local de Trabajo

nombre Ricardo Iuzzolino		e-mail ricardo.iuzzolino@inti.gov.ar	
entidad Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI)		cargo/función Researcher	
división/unidad Unidad Técnica Electricidad de INTI–Física y Metrología.			inicio(més/ano) 1997
dirección profesional Parque Tecnológico Miguelete Av. Gral. Paz 5445			casilla de correo C.C.: 157, B1650WAB
ciudad San Martín	Pcia. Buenos Aires	País Argentina	C.P.
telefono (5411) 4724-6200	interno Ext. 6673	Fax	

2. Titulación/Formación Académica

grado Doctor en ingeniería	curso Ingeniería eléctrica		período 2011	
	entidad/institución Universidad Técnica de Braunschweig, Alemania.	ciudad Braunschweig	País Alemania	Pcia.
grado Ingeniero em Electrónica	curso Ingeniería electrónica		período 1989-2003	
	entidad/institución Universidad de Buenos Aires	ciudad Buenos Aires	País Argentina	Pcia. BA
grado	curso		período	
	entidad/institución	ciudad	país	Pcia.

3. Área de Actuación

segmento/actividad	para el uso del CNPq
Medición de referencias de tensión continua contra el efecto Josephson	
Calibración de resistores, medición de magnitudes eléctricas por muestreo	
Tareas de programación, adquisición de datos	
Temas relacionados con mediciones electricas en general	

4. Actividad actual

dirección y administración	
investigación y desarrollo	Diseño y construcción de un sistema de muestreo.
	Development and Investigation of SNS Josephson Arrays for the Josephson Arbitrary Waveform Synthesizer (JAWS) Modeling of a sampling system based on Sigma-Delta ADC for data acquisition in metrology
trabajo técnico/especialización (otras)	Programación, adquisición de datos
	Design of arbitrary function generator using Direct Digital Synthesis

5. Experiencia profesional			
5.1. actividades			período
Unidad tecnica electricidad del Centro de Física y Metrología del INTI en el laboratorio de patrones cuánticos			1997-2013
División Calor. Departamento de Física Instituto Nacional de Tecnología Industrial, realizando tareas de programación y adquisición de datos y calibración de termocuplas y termoresistencia patrones.			1996-1997
Departamento de computación Facultad de Ciencias Exactas y Naturales(FCEN) - Trabajé en la secretaría técnica del departamento de computación realizando el mantenimiento de computadoras y de la red académica nacional,			1993-1995
Departamento de sistemas - Compañía HASAR s.a.i.c - Desarrollo de programas de computación de gestion para supermercados			1994-1995
6. Producción Científica, Tecnológica y Artística Complementar			
	cantidad		Cantidad
1. articulos científicos en periódicos especializados nacionales		6. comunicación en congresos, seminarios, palestras, etc.	16
2. articulos científicos en periódicos especializados extranjeros	04	7. participación en exposiciones, presentaciones, etc.	
3. articulos de divulgación científica		8. filmes, vídeos, audiovisuales realizados	
4. tesis defendidas	01	9. patentes obtenidas	
5. tesis dirigidas	04	10. libros publicados	
7. Principales publicaciones:			
Listar las principales publicaciones realizadas, incluyendo sobretodo, las más importantes para el proyecto en cuestión.			
<p>"Design and Characterization of a Sampling System Based on Σ-Δ Analog-to-Digital Converters for Electrical Metrology," Ricardo Iuzzolino, Luis Palafox, Waldemar Guilherme Kürten Ihlenfeld, Enrico Mohns, and Christian Brendel, IEEE Trans. On Meas. Inst, volumen 58, 2009.</p> <p>"Modeling of a sampling system based on Sigma-Delta ADC for data acquisition in metrology," Iuzzolino, R.; Palafox, L.; Behr, R.; Precision Electromagnetic Measurements (CPEM), 2012 Conference on , vol., no., pp.536-537, 1-6 July 2012.</p> <p>"Arbitrary function generator using Direct Digital Synthesis," Adad, W.F.; Iuzzolino, R.J.; Precision Electromagnetic Measurements (CPEM), 2012 Conference on , vol., no., pp.622-623, 1-6 July 2012.</p> <p>"A New Sampling Power Standard of Highest Accuracy for ac Quantities", W. G. Kürten Ihlenfeld, R. Iuzzolino, R. Otto, K. Schröder, U. Puttensen and H. Huettemann, Proceeding to CPEM 2008.</p> <p>"Traceable Calibration of Power Quality Standards", Waldemar G. Kürten Ihlenfeld and Ricardo Iuzzolino, NCSL International Workshop and Symposium, NCSL International, Nashville USA, 2006.</p> <p>"High-accuracy methods and measurement procedures for power quality parameters using the digital synchronous sampling technique", R. Iuzzolino and W. G. Kürten Ihlenfeld, CPEM 2006, IEEE, Torino, Italy.</p>			
8. Idiomas			
marcar la columna apropiada: P – poco R – razonablemente B – bien			
Idioma	habla	Lee	escribe
	P R B	P R B	P R B
Inglés	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
Alemán	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
Español	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
8. Firma			
Buenos Aires	21/10/2011	Ricardo Iuzzolino	
local	Fecha	Firma	

CURRICULUM VITAE DE PESQUISADOR ESTRANGEIRO

1. Actuación Profesional/Local de Trabajo

nombre Leonardo Trigo Valverde		e-mail ltrigo@ute.com.uy	
entidad Administración Nacional de Usinas e Transmisiones Eléctricas (UTE)		cargo/función	
división/unidad Unidad Técnica Electricidad de INTI-Física y Metrología.		inicio(mês/ano)	
dirección profesional Palacio de la Luz - Paraguay 2431		casilla de correo	
ciudad Montevideo	Pcia.	País Uruguay	C.P.
telefono (*598) 2613 0467	interno	Fax (*598) 2613 0467	

2. Titulación/Formación Académica

grado Ingeniero em Electrónica	curso Ingeniería electrónica		período 1993	
	entidad/institución Universidad del Trabajo del Uruguay	ciudad Montividéo	país Uruguay	Pcia.
grado	curso		período	
	entidad/institución	ciudad	país	Pcia.
grado	curso		período	
	entidad/institución	ciudad	país	Pcia.

3. Área de Actuación

segmento/actividad	para el uso del CNPq
Calibración de transformadores de medida de alta tensión	
Divisor de tensión inductivo autocalibrable de alta precisión	
Binary inductive voltage divider electronically assisted	
Temas relacionados con mediciones electricas en general	
Calibracion de cronometros digitales	

4. Actividad actual

dirección y administración	
investigación y desarrollo	Diseño y construcción de divisor de tensión inductivo autocalibrable de alta precisión
	Design and construction of electronically-assisted binary inductive voltage dividers
trabajo técnico/especialización (otras)	Calibración de transformadores de medida de alta tensión
	Calibracion de cronometros digitales

5. Experiencia profesional

5.1. actividades	período
Usinas y Trasmisiones Eléctricas (UTE), Laboratory management - Electrical Department 04/2004 Electrical Department and expert at Time & Frequency.	1994-2013
Usinas y Trasmisiones Eléctricas (UTE), Laboratory management - Electrical Department and expert at Time & Frequency	2004-2013

6. Producción Científica, Tecnológica y Artística Complementar

	cantidad		cantidad
1. artículos científicos en periódicos especializados nacionales		6. comunicación en congresos, seminarios, palestras, etc.	16
2. artículos científicos en periódicos especializados extranjeros	02	7. participación en exposiciones, presentaciones, etc.	
3. artículos de divulgación científica		8. filmes, vídeos, audiovisuales realizados	
4. tesis defendidas		9. patentes obtenidas	
5. tesis dirigidas		10. libros publicados	

7. Principales publicaciones:

Listar las principales publicaciones realizadas, incluyendo sobretodo, las más importantes para el proyecto en cuestión.

“Binary inductive voltage divider electronically assisted”, D. Slomovitz, C. Faverio, D. Izquierdo, L. Trigo, IEEE Transactions on Instrumentation and Measurements, Jul. 2006.

“An electronically assisted binary inductive voltage divider”, D. Slomovitz, C. Faverio, D. Izquierdo, L. Trigo, C. Castet, CPEM 2006 Digest, pp.274-275, Conference on Precision Electromagnetic Measurement, Torino, Italy, Jul. 2006.

“High precision voltage ratio measurements using 3458a multimeters”, D. Slomovitz, L. Trigo, CPEM 2006 Digest, pp. 412-413, Conference on Precision Electromagnetic Measurement, Torino, Italy, Jul. 2006.

“A wattmeter based on phase measurements with few uW/VA Uncertainty”, D. Slomovitz, C. Faverio, L. Trigo, D. Izquierdo, CPEM 2006 Digest, pp. 574-575, Conference on Precision Electromagnetic Measurement, Torino, Italy, Jul. 2006.

“Patrones de resistencia en corriente alterna basados en resistores Calculables”, L. Trigo, G. Slomovitz, D. Slomovitz, IEEE Lat. Amer. Transactions, vol. 4, No. 3, pp. 8-11, May. 2006.

“Medida de relaciones de tensión rms con baja incertidumbre”, D. Slomovitz, L. Trigo, IEEE 6to ENCUENTRO DE POTENCIA, INSTRUMENTACIÓN Y MEDIDAS, EPIM2005 Digest, Montevideo, Uruguay, Nov. 2005.

8. Idiomas

marcar la columna apropiada: P – poco R – razonablemente B – bien										
Idioma	habla			lee			escribe			idioma
	P	R	B	P	R	B	P	R	B	
Inglés	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Español	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

8. Firma

Montevideo	05/03/2013	Leonardo Trigo
local	Fecha	Firma

CURRICULUM VITAE DE PESQUISADOR ESTRANGEIRO

1. Actuación Profesional/Local de Trabajo

nombre Eliana Soledad Yasuda		e-mail eyasuda@inti.gob.ar	
entidad Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI)		cargo/función Técnico electrónico	
división/unidad Unidad Técnica Electricidad de INTI-Física y Metrología.		inicio(mês/ano)	
dirección profesional Parque Tecnológico Miguelete Av. Gral. Paz 5445		casilla de correo C.C.: 157, B1650WAB	
ciudad San Martín	Pcia. Buenos Aires	País Argentina	C.P.
telefono (5411) 4724-6200	interno Ext. 6673	Fax	

2. Titulación/Formación Académica

grado Técnico Electrónico	curso Electrónica		período 2000-2002	
	entidad/institución EET "Werner von SIEMENS" ("Escuela de Educación Técnica Werner von Siemens")	ciudad Buenos Aires	país Argentina	Pcia. BA
grado	curso		período	
	entidad/institución	ciudad	país	Pcia.
grado	curso		período	
	entidad/institución	ciudad	país	Pcia.

3. Área de Actuación

segmento/actividad	para el uso del CNPq
Construcción de transformadores	
Construcción de shunts de corriente alterna	
Operación de wattímetro de muestreo.	
Técnico especialista en la construcción de diversos dispositivos de medición	

4. Actividad actual

dirección y administración	
investigación y desarrollo	.
trabajo técnico/especialización (otras)	Construcción de transsformadores para el laboratorio. Construcción de shunts de corriente alterna para el laboratorio.
(otras)	

5. Experiencia profesional			
5.1. actividades			período
Técnica de la Unidad Técnica Electricidad de INTI–Física y Metrología.			2004-2013
Actividades de construcción de dispositivos de medición eléctrica especializados			
6. Producción Científica, Tecnológica y Artística Complementar			
	cantidad		cantidad
1. artículos científicos en periódicos especializados nacionales		6. comunicación en congresos, seminarios, palestras, etc.	
2. artículos científicos en periódicos especializados extranjeros		7. participación en exposiciones, presentaciones, etc.	
3. artículos de divulgación científica		8. filmes, vídeos, audiovisuales realizados	
4. tesis defendidas		9. patentes obtenidas	
5. tesis dirigidas		10. libros publicados	
7. Principales publicaciones:			
Listar las principales publicaciones realizadas, incluyendo sobretodo, las más importantes para el proyecto en cuestión.			
<p>“<i>Comparison of three different shunts design for ac-dc current transfer</i>”, Lucas Di Lillo, Héctor Laiz, Eliana Yasuda, Ricardo García, IX Semetro, Metrologia 2011, Natal, Sept. 2011.</p>			
8. Idiomas			
marcar la columna apropiada: P – poco R – razonablemente B – bien			
Idioma	habla	lee	escribe
	P R B	P R B	P R B
Inglés	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
Alemán	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Español	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
8. Firma			
Buenos Aires	05/03/2013	Eliana Yasuda	
local	Fecha	Firma	