

Preâmbulo

No domínio dos Métodos Numéricos Aplicados à Engenharia Elétrica, as três equipes brasileiras e duas francesas que compõem o LIA Maxwell vêm estreitando seus laços há vinte anos. No momento em que uma nova geração de pesquisadores começar a surgir será importante que as instâncias federais e nacionais (CNPq e CNRS) reconheçam essa ligação, bem como sua pertinência e produtividade (mais de 50 publicações em comum em revistas internacionais e uma quinzena de teses em co-tutela), e propiciem meios de os consolidar através de um Laboratório Internacional Associado.

As principais áreas de pesquisa que serão abordadas incluem três temas, relativamente teóricos:

- **Modelos Numéricos para o Eletromagnetismo** – consiste no cerne das colaborações desde o início, há mais de 20 anos.
- **Metodologias de Concepção e Otimização** – de dispositivos e de sistemas, uma vez que seus desempenhos estão em geral associados a seu comportamento eletromagnético.
- **Construção de Modelos de Materiais Complexos** – adaptados a simulações numéricas.

Esses modelos e métodos encontrarão aplicações privilegiadas em áreas de forte impacto social, seja por razões negativas (inquietação do público diante dos supostos efeitos negativos de campos eletromagnéticos), ou positivas (interesse por novas aplicações, promissoras, de tecnologias eletromagnéticas no domínio da saúde e do meio ambiente), além de exigências legítimas por parte do público relacionadas a confiabilidade de sistemas (em particular transportes) ou de eficiência energética. Pode-se citar como exemplos:

- **Bioeletromagnetismo** (efeito de campos eletromagnéticos sobre seres vivos) – caracterização eletromagnética de células (por dielectroforese e dielectrorotação) e tecidos biológicos, cálculo de efeitos térmicos (de baixas frequências a espectros de microondas), efeito de campos impulsivos (eletroporação) com aplicações médicas (hipertermia) ou biológicas (transferência de genes, produção de eletricidade por bactérias, bio-despoluição de solos pela injeção de corrente elétrica).
- **Compatibilidade Eletromagnética** – especialmente de sistemas embarcados (veículos terrestres e aéreos). A crescente complexidade desses sistemas produz efeitos colaterais, como interferência, cada vez mais frequentes; nosso objetivo será o de integrar essa preocupação já na etapa de concepção desses sistemas, ao invés de se buscar estratégias reparadoras numa segunda etapa.
- **Acionamentos não convencionais** – permitirá pôr em prática o conjunto de competências das diferentes equipes, ou seja, modelos numéricos de problemas acoplados (eletromagnetismo, térmica, mecânica), metodologias de concepção, modelos de materiais complexos (materiais magnéticos, laminados, compostos, biológicos).

Para isso, o LIA Maxwell pretende ser antes de tudo uma estrutura de coordenação, no sentido de promover o intercâmbio da informação científica e de compartilhá-la de modo mais aprofundado, o que poderá ser realizado através de: teses em co-tutela, bancas de tese mistas, intercâmbios de média e longa duração de jovens pesquisadores (doutorado-sanduíche, pós-doutorado « júnior ») ou de pesquisadores « sênior » (pós-doutorado sênior, professor visitante), coordenação de propostas de projetos (Capes-Cofecub, Editais CNPq, Projetos Temáticos) que serão realizados em comum, organização anual de reuniões franco-brasileiras « LIA Maxwell ».

O conjunto dessas ações está detalhado no programa científico, que corresponde ao Anexo I deste documento. O apoio dos organismos de fomento, por meio da criação deste Laboratório Internacional Associado e de seu financiamento, deve permitir atingir aqueles esses objetivos.

ANEXO 1 PROGRAMA CIENTÍFICO

LABORATÓRIO INTERNACIONAL ASSOCIADO FRANCO-BRASILEIRO JAMES CLERK MAXWELL L.I.A. MAXWELL

Einstein descrevia os trabalhos de James Clerk Maxwell como os “mais profundos e frutíferos que a Física já conheceu desde os tempos de Newton”. As quatro célebres equações que levam o nome desse grande cientista estão no cerne de nosso trabalho cotidiano. Esta colaboração é dedicada a ele.

1. Objetivos do LIA

1.1. Evolução natural em direção a um reconhecimento simbólico

No domínio dos Métodos Numéricos Aplicados à Engenharia Elétrica, as três equipes brasileiras e duas francesas que compõem o LIA Maxwell vêm estreitando seus laços há vinte anos. No momento em que uma nova geração de pesquisadores começar a surgir será importante que as instâncias federais e nacionais (CNPq e CNRS) reconheçam essa ligação, bem como sua pertinência e produtividade (mais de 50 publicações em comum em revistas internacionais e uma quinzena de teses em co-tutela), e propiciem meios de os consolidar através de um Laboratório Internacional Associado.

1.2. Valorizar o aspecto internacional de nosso trabalho

Esse reconhecimento permitirá a cada parceiro colocar em evidência suas colaborações internacionais junto às instituições a qual pertence (Universidades no caso do Brasil), junto a agências de fomento, junto ao Estado e junto ao setor produtivo.

1.3. Atrair os melhores estudantes e jovens pesquisadores

Esse rótulo, juntamente com o apelo de uma abertura ao mundo que ele representa, ajudarão a atrair aos nossos quadros os melhores estudantes e jovens pesquisadores, o que garantirá uma renovação de qualidade de nossos recursos humanos e continuidade do trabalho.

1.4. Intensificar nossas próprias cooperações científicas; suscitar sinergias

Os intercâmbios científicos dos últimos vinte anos entre as cinco entidades têm sido intensos, mas consistiram essencialmente de múltiplas relações bilaterais, e não de relações multilaterais coordenadas. A existência do LIA deverá possibilitar intercâmbios científicos, além de colaborações reais, cada vez que 2 parceiros trabalharem (até então separadamente) em domínios correlatos. Será desejável fomentar a curto prazo a elaboração de projetos de pesquisa com mais de 2 parceiros, a fim de se reforçar a sinergia pretendida.

1.5. Propor extensões

Nos últimos anos as cooperações bilaterais foram relativas a cálculo numérico de campos eletromagnéticos, suas aplicações em compatibilidade eletromagnética e a métodos de otimização associados.

Desejamos ampliar essa cooperação a fim de englobar outras temáticas: eletrônica de potência, materiais magnéticos (inclusive aspectos experimentais), aspectos de concepção sistema e redes.

Após um ou dois anos de vigência, será interessante vislumbrar uma ampliação a outros parceiros reconhecidos em algumas daquelas temáticas científicas e que já participaram também em intercâmbios científicos bilaterais com um ou vários parceiros do LIA. Alguns exemplos são dados a seguir.

- Na Europa: LGEP (UMR, Paris), Laplace (UMR, Toulouse) e LEEP (Lille) na France; Université de Liège (Institut Montéfiore, Unité de recherche « Applied and Computational Electromagnetics ») na Bélgica.
- No Brasil : IBILCE (UNESP - São José do Rio Preto), UNICAMP (Eng. Biomédica), CTA (IEAv - São José dos Campos), IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo), IPEN/CNEN-SP (Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares), CTMSP (Centro Tecnológico da Marinha São Paulo), IEE (Instituto de Energia e Eletrotécnica da USP).

2. Temas de Colaboração e Articulações

Uma parte importante da atividade do LIA permanecerá voltada às atividades « genéricas » de modelagem numérica dos fenômenos eletromagnéticos em dispositivos de engenharia elétrica e relacionadas aos efeitos biológicos do corpo humano, como aquelas desenvolvidas nos últimos anos (antes da criação do LIA).

Os desafios a serem enfrentados são os mesmos de sempre – maior precisão e maior velocidade de cálculo – levando em melhor conta a realidade atual, onde todos os dados não são conhecidos exatamente e onde, frequentemente, o verdadeiro problema é aquele relativo à concepção (ou seja, um problema inverso) mais do que aquele da análise pura (problema direto). Ver § 2.1 à 2.3.

Estas pesquisas genéricas em torno da modelagem numérica de campos eletromagnéticos aplicáveis à concepção de dispositivos, para os quais estes campos têm um papel determinante, e ao refinamento dos modelos dos materiais utilizados nos cálculos, encontram aplicações concretas em problemas para as quais temos que prosseguir ou iniciar as colaborações no seio do LIA, incluindo os aspectos experimentais correspondentes. Ver §2.4 e seguintes.

2.1. Modelagem numérica aplicada ao eletromagnetismo

O conhecimento preciso e localizado das grandezas eletromagnéticas (campos, correntes, SAR, densidade de força, etc.) necessita mais frequentemente da resolução por métodos numéricos (elementos finitos ou outros) das equações de Maxwell, completas ou não., levando-se em conta as propriedades dos materiais e a geometria precisa dos dispositivos (dimensões gerais, e detalhes mais precisos, já que apresentam uma influência significativa sobre a grandeza de interesse).

A melhoria da precisão na representação das características de materiais e detalhes geométricos conduz a uma maior complexidade dos problemas a serem resolvidos, até o ponto em que o limite dos recursos computacionais é alcançado. Um grande esforço de pesquisa leva este fato em consideração através da aplicação de métodos que permitem tornar mais leves a resolução de grandes problemas, sem reduzir a precisão desejada. Mencionam-se, assim:

- Manipulações diretas da matriz obtida: métodos multi-grid ;
- Decomposições em subproblemas de tamanhos reduzidos: decomposição de domínios, métodos multi-escala, método de (grandes) perturbações, redução de dimensões (resultado 3D como combinação de resultados 1D/2D/ eixos com um problema 3D de pequeno porte).
- coordenação da utilização de mais de um método numérico (FEM, BEM, Momentos, ...), decomposição do sistema (por exemplo passagem parcial ou total a um método de relutâncias ou de redes elétricas).

Certos dados utilizados pelos modelos numéricos (por exemplo, a condutividade de um tecido vivo a uma determinada frequência) são mal conhecidos, ou podem mudar com o tempo. A consideração deste fato fará parte dos nossos trabalhos, na qual será avaliada a influência das incertezas sobre os resultados de cálculos (Estudos de variabilidade, via métodos estocásticos ou através de abordagens a serem definidas).

Observa-se que estes cálculos não são possíveis, caso não existam malhas adaptadas. Embora atualmente, em muitas situações, os programas fornecem estas malhas a partir de aplicativos (CAD), a representações discretizada do corpo humano permanece uma tarefa complexa. Não existe até hoje um método reconhecido e rápido (o ideal desejado seria em tempo quase-real) que permita a construção automática de malhas adaptadas apropriadas aos cálculos eletromagnéticos e seus efeitos biológicos resultantes. Menciona-se, por exemplo, a concepção de modelos através da varredura do corpo humano, em camadas. O compartilhamento de experiências no seio do LIA deve permitir avanços significativos neste domínio.

2.2. Otimização, problemas inversos, concepção

A apropriação e a adaptação de métodos de otimização aos nossos problemas específicos (o que é um processo não trivial) permite aplicar simulações numéricas em situações, computacionalmente complexas, ligadas aos processos de concepção.

Considerando os métodos numéricos, trata-se de transformar as ferramentas de análise de um dispositivo perfeitamente especificado para aplicação na otimização deste dispositivo em relação a um ou mais objetivos. O esforço de pesquisa compartilhado poderá atentar, em particular, aos aspectos de otimização robusta (levando em conta a variabilidade, ou a sensibilidade às variações de parâmetros).

O problema industrial é frequentemente aquele da eficácia da concepção numérica, em face de um problema a ser resolvido de forma iterativa, considerando-se a escolher um método de otimização que seja o mais conveniente. Por outro lado nossas equipes são bem habilitadas para trabalhar com a caracterização de métodos de otimização ótimos para uma dada classe de problemas, ou mesmo ao desenvolvimento métodos adaptativos.

Nossas diferentes equipes possuem, enfim, competências complementares no domínio da concepção de dispositivos ou sistemas, no que se referem, à priori, a reflexão metodológica sobre os métodos e ferramentas de capitalização e compartilhamento de conhecimento, sobre as próprias ferramentas de apoio à concepção, chegando às aplicações práticas. O LIA será um local privilegiado de compartilhamento de experiências a fim de fazer progredir os conhecimentos e competências nestes diferentes níveis.

2.3. Materiais magnéticos, materiais biológicos: métodos de caracterização e de homogeneização

Os materiais sobre os quais agem os campos eletromagnéticos possuem, frequentemente, estruturas microscópicas muito complexas, que se traduzem experimentalmente pelos comportamentos macroscópicos também complexos (histerese magnética, supercondutores, tecidos biológicos,...).

Os cálculos numéricos realizados em presença deste tipo de materiais não podem se apoiar sobre uma descrição sistemática na escala mais fina, mesmo se isto for possível, não será eficaz em termos de capacidade de cálculo em tempo real. Desta forma, é necessário construir modelos de comportamento adaptados a cada escala de modelagem. Estes modelos podem ser construídos a partir de cálculos de equivalência realizados em uma escala inferior (método analítico) ou, diretamente, a partir de medidas « macroscópicas » cuidadosamente definidas (método fenomenológico). Nota-se, ainda, que existem, frequentemente, geometrias invariantes que permitem simplificar os modelos numéricos.

Apesar de existirem trabalhos há muito tempo neste domínio, muito ainda resta a ser feito. Em particular, o espectro das excitações de campo, a serem levados em conta, aumentou através dos anos (frequências cada vez mais altas, excitações não senoidais, aparecimento de micro dispositivos, etc.), além disto, materiais, até aqui poucos estudados, são cada vez mais utilizados (compósitos), e os modelos muito simples de materiais biológicos encontram no limite da sua aplicabilidade.

O LIA se interessará particularmente pela ligação entre experimentos e modelos para a caracterização em multi-escalas dos materiais complexos, colocando em comum as competências em modelagem e medidas, e os dispositivos experimentais para medir as perdas dos materiais magnéticos (campo pulsados, campos girantes) e para a caracterização eletromagnética de células e tecidos biológicos.

2.4. Compatibilidade Eletromagnética

A adoção de medidas que visem o funcionamento de equipamentos e acessórios de potência e comando de uma forma concomitante, mantendo suas características operacionais adequadas, é uma tarefa complexa sob o ponto de vista da Compatibilidade Eletromagnética (CEM). Constata-se, em efeito, que a observância dos requisitos de

CEM para cada equipamento ou parte deste não é uma garantia para se atingir a compatibilidade eletromagnética. Classicamente, efetuam-se, a posteriori, algumas correções aos sistemas « mal concebidos » para corrigir eventuais problemas de interferência eletromagnética.

Nosso objetivo é, ao contrário, tentar levar em conta a CEM do sistema a partir do início da concepção. Este sistema pode ser, por exemplo, um avião completo ou uma sala de tratamento intensivo de um hospital, considerando-se as posições respectivas de todos os subsistemas elétricos e eletrônicos. Deve-se, para isto, dispor de modelos tridimensionais adequados visando quantificar os campos eletromagnéticos radiados e suas interações com os respectivos sub-sistemas. Dificuldades semelhantes existem para as perturbações conduzidas, para as quais se deve, então, levar em conta a geometria dos diferentes cabos e planos de terra. Esta metodologia deve ser aplicada associada com os métodos de cálculo de redes de cabos e de circuitos elétricos (plataforma de « software »).

Nós nos interessamos particularmente sobre a quantificação através de medidas de campos eletromagnéticos radiados de diferentes equipamentos e acessórios de sistemas elétricos e eletrônicos, a fim de se deduzir os modelos equivalente simplificados, re-utilizáveis em simulações 3D globais.

As aplicações previstas referem-se tipicamente a transportes (terrestres, navais e aéreos) e certos sistemas hospitalares, onde a obtenção da CEM é vital.

2.5. Campos e Saúde, bio-eletromagnetismo

O interesse da comunidade de Engenharia Elétrica do Brasil pela questão dos efeitos biológicos dos campos eletromagnéticos foi demonstrada pelo sucesso do « workshop » organizado pela EPUSP em 2001 acerca deste assunto, e também pela próxima realização no Brasil (NOV/2009) da Conferência Internacional EHE.

Na França, esta questão tem um grande impacto « empresarial »: organização durante a primavera de 2009 do « Grenelle des ondes » pelo governo francês ; múltiplas manifestações da inquietação do público face às linhas de alta tensão, sistemas Wi-Fi, às antenas de telefonia móvel, etc.

O Laboratório Ampère muito investiu através das equipes « Modelagem » e « Microsistemas e microbiologia », para avançar na compreensão dos mecanismos de interação entre campos e células, e na adaptação dos métodos de cálculo de campos no caso específico de campos e correntes dentro dos tecidos biológicos. Uma parte destes trabalhos já se beneficiou de colaborações com a UFMG, onde duas Teses de Doutorado estão ainda em curso, sobre este assunto. Além da compreensão dos fenômenos em questão, as aplicações podem ser normativas (tal dispositivo respeita a norma de radiação, cálculo de SAR), ou terapêuticas (hipertermia para o tratamento de tumores cancerosos).

Mas, as aplicações de bio-eletromagnetismo vão, além disto: caracterização eletromagnética ao nível do detalhe celular (membrana, citoplasma) ou deslocamento de célula por dieletroforése ou eletro-rotação, caracterização experimental da eletroporosidade sob campo impulsivo, aplicações na biodespoluição ou à cancerologia, pilha à combustível biológica (produção direta de eletricidade à partir de bactérias).

Todas as equipes do LIA podem contribuir a este tema de pesquisa, que recorre às competências em formulação numérica (por elementos finitos ou outros métodos), na caracterização e modelos de materiais, em acoplamento térmico, malhagem, otimização, cálculo de sensibilidade,...

2.6. Acionadores e máquinas

Um dos campos de aplicação privilegiada do cálculo numérico de campos eletromagnéticos refere-se aos cálculos para a concepção, o dimensionamento e o diagnóstico de materiais, os acionadores eletromagnéticos e máquinas girantes. As colaborações vislumbradas no seio do LIA cobrem evidentemente este tema.

A pesquisa no domínio relativo às máquinas elétricas acopladas ao conversor estático chegou a uma certa maturidade do ponto de vista de aplicações industriais clássicas. No entanto, para o desenvolvimento de novas aplicações (transportes: veículos elétricos ou híbridos, sistemas aeronáuticos, sistemas elétricos embarcados em geral, micro-acionadores,...) apresentam-se vários gargalos técnicos e econômicos, em razão das exigências relativas ao rendimento e ao custo. Estas exigências necessitam de uma otimização global da estrutura da máquina, de sua alimentação e de seu comando, tomando em conta a complexidade das leis de comportamento dos materiais.

Existem aqui, então, duas direções de pesquisa complementares:

- Com respeito aos modelos do próprio acionador: melhoria dos métodos de modelagem capazes de representar de maneira precisa seu comportamento do ponto de vista elétrico, magnético, térmico e mecânico; estes métodos devem também permitir estabelecer um modelo simplificado coerente para representar a máquina « vista do conversor ».
- Desenvolvimento de procedimentos de concepção e de otimização para o dimensionamento do conjunto conversor/máquina a partir de um comportamento de carga dado.

Estes métodos e procedimentos de concepção serão abordados para as classes de máquinas que apresentam novas topologias magnéticas. Pode-se, por exemplo, citar as máquinas de alta velocidade de rotação, nas quais os enrolamentos de excitação e os ímas permanentes são transferidos para parte fixa da máquina, permitindo uma utilização mais eficaz destes materiais; as máquinas síncronas sem escovas, as máquinas à ímas permanentes e fluxo axial, os motores lineares para aplicações petrolíferas em terra, ... O dimensionamento ótimo de tais máquinas recorre intensivamente às técnicas mais modernas de otimização e de cálculo de campos 3D.

Menciona-se, também, que muitos parceiros do LIA são ligados à projetos relativos a uma aplicação médica muito avançada: trata-se de um acionador de assistência cardíaca implantado com baterias e conversores, recarregável por indução a partir do exterior, o que garante uma boa autonomia ao paciente, e os parceiros compartilharão suas competências para levar à termo a concepção e a otimização global deste sistema complexo.

3- Estratégia para os quatro primeiros anos

A estratégia a ser implementada é essencialmente baseada na circulação da informação científica no seio do LIA, quer seja de competência específicas estabelecidas, quer de avanços realizados recentemente. Os meios financeiros colocados à disposição para as orientações serão plenamente utilizados para isto.

Isto será organizado principalmente através dos seguintes meios:

3.1 Trocas entre pessoal permanente dos Laboratórios em torno dos “domínios de excelência” de cada associado.

O exemplo que segue pode ilustrar este processo: a equipe “Materiaux Magnétiques” do Laboratoire Ampère ficou enfraquecida pela aposentadoria de seu iniciador. No momento ele é demasiado pequeno para ser viável por si só. Parte do GRUCAD trabalha em temas muito semelhantes (por exemplo: método experimental para medir perdas de ferro sob campos rotativos e modelos associados). Uma estada de duração mais significativa de um dos pesquisadores deste grupo do Laboratoire Ampère em Florianópolis, seguida de uma estada de uma a duas semanas, em Lyon, de um pesquisador sênior do GRUCAD, permitiria, não apenas, a transferência de conhecimentos, mas, também, o início de uma reflexão mais profunda sobre a evolução dos objetivos da equipe de Lyon, como parte de um grupo mais amplo. Isto é possível repetir com outros exemplos em diversos domínios de competências dentre os grupos associados do LIA.

3.2. A partir de Teses

As Teses são o principal meio de desenvolvimento de nossos conhecimentos e competências. A partir deste fato, poder-se-á começar a compartilhar os novos conhecimentos, nascidos no seio do LIA, através da multiplicação de bancas de tese cruzadas, se possível, com um dos relatores escolhidos no âmbito do LIA. Para estas teses, cujo término é alcançado em dois ou três anos, também, podemos oferecer temas que são segmentos de trabalhos anteriores. A etapa seguinte, mais eficaz, é a multiplicação das co-tutelas com um período *sandwich*.

Complementando o parágrafo anterior, pode-se propor trocas de pesquisadores em pós-doutorado, seja ele júnior ou sênior no âmbito do LIA.

3.3. Coordenação do Envio de Projetos

Coordenar o envio de projetos (ANR e Europa pelo lado francês; CAPES-Cofecub / USP-Cofecub ; Fapesp e outras fundações pelo lado brasileiro), e os inscrever, tanto quanto possível, no domínio do LIA. Através das trocas de estudantes de doutorado, os acordos CAPES-COFECUB foram, até o momento, uma das principais razões do sucesso das colaborações entre os parceiros do LIA. Nós devemos continuar a utilizar esta alavanca e, para isto, organizar no âmbito do LIA a melhor renovação possível destes acordos bilaterais ou de acordos similares.

3.4. A Vida do LIA

O ajuste dos objetivos científicos do LIA e o estabelecimento desta estratégia de trocas demandam certa organização, que é da responsabilidade dos dois diretores científicos. Eles serão auxiliados por um Conselho Científico em que todos os componentes institucionais do LIA serão representados com a participação de 2 (dois) pesquisadores externos não nomeados para o Comitê de Pilotagem de Execução). Eles terão um encontro anual, com forte participação de pesquisadores do LIA, em um dia adicional, em um dos congressos anuais de nossa especialidade: Compumag, CEFC, Momag, Numelec, OIPE..., por exemplo.

ANNEXE 2 : MOYENS FINANCIERS, ANNEE 2009

PAIS	ORÇAMENTO PROPOSTO	MONTANTE	RECURSO	MONTANTE
France	Funcionamento	1 000	Dotação do CNRS	7 500
	Reuniões	1 000		
	Missão de Curta Duração (1 semana)			
	Missão	5 500		
	Total CNRS	7 500€		7 500€
Brasil	Funcionamento e pequenos equipamentos	R\$ 9 000	Contratos	R\$ 80 000 (1)
	Reunião (Encontro Florianópolis 11/2009)	R\$ 30 000		
	Missão de curta duração		Dotação CNPq	
	Missão	R\$ 41 000		
	Total R\$ Equ Euros	R\$ 80 000 28 000€		R\$ 80 000 28 000€
	TOTAL (CNRS +CNPq)	35 500€		35 500€

(1)Valor indicado no edital 08/2008 do CNPq

ANEXO 3 : COMPOSIÇÃO DAS UNIDADES/EQUIPES, 2009-2012

3.1. FRANÇA

Nomes	Grau	%1	%2	Custo Equivalente	Custo Aproximado
Ampère UMR5005					
Burais Noël	PR2	100 50		42 500	76 500
Buret François	PR2	50 25		21 250	38 250
Fabrègue Olivier	IR1	100 100		80 000	144 000
Krähenbühl Laurent	DR2	100 100		82 000	147 600
Nicolas Alain	Prex	50 25		30 250	54 450
Nicolas Laurent	DR1	50 50		51 500	92 700
Perrussel Ronan	CR2	100 100		51 000	91 800
Raulet Marie Ange	MCF	100 50		34 500	62 100
Scorretti Riccardo	CR1	100 100		66 000	118 800
Siauve Nicolas	MCF	100 50		34 500	62 100
Vollaire Christian	MCF	100 50		34 500	62 100
Voyer Damien	MCF	100 50		22 500	40 500
<i>Custo Ampère 550 500</i>					<i>990 900</i>
G2ELab UMR5269					
Cauffet Gilles	MCF	50 25		17 250	31 050
Chadebec Olivier	CR1	100 100		66 000	118 800
Chevalier Thierry	MCF	100 50		22 500	40 500
Clavel Edith	MCF	100 50		34 500	62 100
Coulomb Jean-Louis	PRex	100 50		60 500	108 900
Delinchant Benoit	MCF	100 50		22 500	40 500
Geoffroy Olivier	MCF	50 25		17 250	31 050
Gerbaud Laurent	PR2	50 25		21 250	38 250
Guichon Jean-Michel	MCF	100 50		22 500	40 500
Labie Patrice	IR1	100 100		80 000	144 000
Lebouc Afef	DR2	50 50		41 000	73 800
Maréchal Yves	PR1	50 25		25 750	46 350
Meunier Gérard	DR1	100 100		103 000	185 400
Roudet James	PR1	50 25		25 750	46 350
Schanen Jean-Luc	PR2	50 25		21 250	38 250
Tixador Pascal	PR2	50 25		21 250	38 250
Wurtz Frédéric	CR1	100 100		66 000	118 800
<i>Custo G2ELab 668 250</i>					<i>1 202 850</i>
Custo Total total				1 218 750	2 193 750
<i>Custo CNRS</i>				<i>637 750</i>	<i>1 147 950</i>

%1 : calculado em relação ao tempo dedicado à pesquisa

%2 : calculado em relação ao tempo dedicado ao trabalho

Para funcionários do CNRS, %1=%2. Para um professor pesquisador, %1=2 x %2

O **custo equivalente** da remuneração é o produto do custo médio anual da categoria (ver tabela CNRS) por %2.

O custo aproximado é calculado multiplicando por 1,8 o custo equivalente das remunerações. Os custos são dados em Euros.

3.2. BRASIL

Nome	Grau	%
UFSC / GRUCAD		
Bastos J.P.	Pr Tit	50
da Luz Mauricio V.	Pr Adj	100
Jhoe Batistela Nelson	Pr Adj	100
Kuo-Peng Patrick	Pr Ass	100
Sadowski Nelson	Pr Tit	100
Carpes Jr. Walter	Pr Adj	100
Carlson Renato	Pr Eme	50
EP-USP / LMAG		
Sartori Carlos	Pr Inv	50
Silva Viviane Cristine	Pr Ass	100
Cardoso José Roberto	Pr. Tit.	50
Nabeta Silvio	Pr. Ass.	100
Lebensztajn Luiz	Pr. Ass.	100
Chabu Ivan E	Pr. Dou.	100
UFMG		
da Silva Elson José	Pr Adj	75
Ramirez Jaime Arturo	Pr Ass	50
Vasconcelos João Antônio	Pr Ass	75
Neto Oriane Magela	Pr Ass	75
Mesquita Renato Cardoso	Pr Ass	75
Takahashi Ricardo Hiroshi Caldeira	Pr Ass	75
Saldanha Rodney Rezende	Pr Ass	50

ANEXO 4 INFRAESTRUTURA E EQUIPAMENTOS

Além de seus próprios meios de cálculo computacional e de acesso a grandes computadores que são existentes tanto na França como no Brasil, cada grupo possui acesso a equipamentos experimentais passíveis de serem utilizados no âmbito do LIA. Pode-se citar dentre eles:

4.1. Ampère UMR5005

4.1.1. Centro de Ensaio de Compatibilidade Eletromagnética

- gaiola de Faraday anecoica (7mx5mx3m)
- sintonizador Marconi (9 kHz – 6 GHz) ; amplificador M2S (10 MHz – 1 GHz)
- materiais de medida: receptores de medida R&S (9 kHz – 7 GHz), antenas banda larga (corneta, log-periódicas, bicônicas, loops, etc.), sonda de campo elétrico próximo M2S (10 kHz – 6GHz; 200 V/m), impedância-metro vetorial HP (40 Hz – 110 MHz) com sondas, RSIL mono e trifásicas (3x50 kVA), ponta de corrente (banda passante : 150 MHz)

4.1.2. Banco de caracterização de campos magnéticos de fuga em baixa frequência. Mesa 3D de Microcontrôle, captor magnetorésistivo tri-axial Honeywell, (DC+AC, 6 mT, 0-50 kHz), controlado por computador via interface HP-IB e Simulink.

4.1.3. Banco de caracterização de materiais magnéticos em alta temperatura. Forno (800°C) com os materiais de medida associados (em processo de equipamento)

4.1.4. Máquinas: plataforma diagnostica 45kW

Banco de máquinas rotativo 45 kW com dispositivos capazes de simular defeitos reversíveis sobre rotores, estatores e conversores de alimentação. Máquina de Corrente contínua com chopper em 4 quadrantes e máquina especial com ranhuras instrumentadas. Aparelhada com medidas elétricas, térmicas e mecânicas.

4.1.5. Banco de ensaio para dieletroforese e eletrorotação

Sistema com 4 eletrodos, 4 alimentações ajustáveis em frequência (0Hz – 80MHz) em fase; microscópio; sistema de tratamento de imagens por computador, para extração de espectros de dieletroforese ou de eletrorotação

4.1.6. Plataforma completa de microbiologia (150m2): Plataforma clássica bastante completa, em particular, para análise de genoma: estação de hibridação para “DNA chips”, sistema de análise de chips e robôs de manipulação de soluções e sondas. Pode ser utilizada em estudos de mutação genética, ligadas a exposição de campos eletromagnéticos

4.1.6. Centro de ensaios de alta tensão

Gaiola dupla de Faraday (cubo de 13m de lado), equipado com gerador de pulsos normalizados (1MV /50kJ) e todos os aparelhos de medida concernentes. Permite experiências em laboratório sobre os efeitos sobre as bactérias do solo, quando da injeção de correntes elétricas.

4.2. G2ELab UMR 5269

4.2.1. Caracterização de Materiais Magnéticos

- Banco de caracterização de materiais do tipo soft, em regime permanente, em circuito magnético maciço e laminado
- Banco de caracterização não-convencional de materiais magnéticos tipo soft em quadro de Epstein ou toro: frequência (faixa entre Hz à kHz) e com qualquer forma de onda
- Bobina de Helmholtz duplamente compensada: campo uniforme à 100ppm em uma esfera de 20 mm de diâmetro
- Banco de caracterização (de 10 kHz à 100 kHz) para aplicações de materiais em eletrônica de potência
- Instrumentação de precisão: voltímetro, microvoltímetro, ponte de resistências, fluxímetro, wattímetro (monofásico e trifásico), ponte de impedância, amplificador com baixo nível de ruídos

4.2.2. Métodos para o estudo de dispositivos de potência

- Analisador de impedâncias HP (10Hz - 100 MHz); analisador de espectro; RSIL
- Banco de caracterização de campo magnético radiado por medida pontual móvel (antena móvel com três graus de liberdade)
- Banco de caracterização de campo magnético radiado por filtragem espacial.

- Diferentes estruturas de conversores (protótipos e maquetes) e e diferentes acionamentos
- Alimentação em potência 10kW (500 V - 20 A) ou 3 kW (600 V)

4.2.3. Laboratoire de Metrologia Magnética em Campo Fraco (LMMCF)

Localização : Herbays, 15km de Grenoble

- Simulador de campo magnético (20m x 6m x 6m) - 14 quadros hexagonais em série para o eixo horizontal; 3 quadros retangulares principais e 6 auxiliares, dispostos segundo três planos (1 médio et 2 laterais simétricos) para os eixos vertical e transversal;
- Diversas alimentações Kepco para os quadros; fontes de referência HP 3245
- 70 captos fluxgates, permitindo cobrir as gamas de medida de 1nT à 100 000 nT ; contínuo até cerca de 3kHz.
- Sistemas de aquisição rápida de 96 canais (16 à 18 bits);
- Forno de tratamento magnético de volume útil 0,7m³, que permite estabilizar ou desmagnetizar os equipamentos..
- Laboratório de controle dos captos magnéticos (LCM)

4.3. UFSC / GRUCAD

Equipamentos para estudo de materiais magnéticos:

- RSST (Rotational Single Sheet Tester): que permite a avaliação de perdas e a caracterização de chapas submetidas à campos magnéticos rotativos. Graça a técnicas de controle empregadas, é possível impor induções que possuam formas de onda quaisquer independente do estado saturação do material.
- Fontes de alimentação controladas para quadro de Epstein, capazes de caracterizar chapas de materiais magnéticos submetidos a induções magnéticas senoidais ou com conteúdo harmônico.
- Banco de caracterização de chapas magnéticas BROCKHAUSS: banco de medida de perdas magnéticas capaz de impor induções senoidais a um quadro de Epstein, a um SST (Single Sheet Tester) ou ainda dispositivos magnéticos fechados com ajuda de uma bobina sonda.
- Sondas e dispositivos experimentais para medida de campos magnéticos, baseados nas bobinas de Rogowski.

4.4. EP-USP / LMAG

Acesso privilegiado a diversos equipamentos de vários institutos do campus da USP, em particular do IPT (Instituto de Pesquisa Tecnológica) e do IEE (Instituto de Eletrotécnica e Energia), como por exemplo:

- 4.4.1. Laboratório de alta tensão para ensaios de impulso de equipamentos de distribuição de energia elétrica
- 4.4.2. Laboratório de máquinas elétricas
 - Banco que permite ensaios até 13,8kV/60Hz et 1kV/DC com freio eletrodinamométrico.
 - Sistema informatizado de aquisição de dados
 - Diversos equipamentos de caracterização de materiais magnéticos
- 4.4.3. Centros de ensaios de compatibilidade eletromagnética equipados com:
 - Gaiola de Faraday (Lindgren, 5.21m x 3.16m x 2.48m) dupla blindagem em cobre
 - Gerador de impulsos 0.2–30 kV
 - Diversas antenas (30MHz – 1GHz)
 - Captos de corrente (100Hz – 1GHz), captos de campo próximo
 - Analisador de espectro (9kHz – 1.8GHz)
 - Osciloscópio HP 54520A, 500 MHz etc.