

# PROJETO PEDAGÓGICO

Curso de Graduação em Engenharia Física

Universidade Estadual de Campinas

2016

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

Reitor  
**José Tadeu Jorge**

Coordenador Geral da Universidade  
**Alvaro Penteado Crósta**

Pró-Reitor de Graduação  
**Luis Alberto Magna**

Diretor Acadêmico  
**Orlando Carlos Furlan**

## Índice

- Apresentação
- Descrição Geral do Curso
- Objetivos do Curso
- Perfil de Formação
- Número de Vagas e Sistema de Ingresso
- Currículo Pleno
- Grade Curricular
- Ementas das Disciplinas
- Responsabilidade de Oferecimento das disciplinas
- Infra-estrutura necessária ao funcionamento do curso
- Atividades curriculares especiais
- Competências/Habilidades/Atitudes e valores fundamentais do Engenheiro Físico
- Bibliografia

## APRESENTAÇÃO

O Projeto de criação do curso de Engenharia Física da Universidade Estadual de Campinas, descrito no presente documento, iniciou-se em 2008 no Instituto de Física “Gleb Wataghin” e estendeu-se pelos últimos 4 anos, com intensa e produtiva participação de diversas Unidades de Ensino e da Pró-Reitoria de Graduação da Unicamp. O curso de Engenharia Física da Unicamp contará com a participação do Instituto de Física “Gleb Wataghin” (IFGW), Instituto de Matemática, Estatística e Comp. Científica (IMECC), da Faculdade de Ciências Aplicadas (FCA), da Faculdades de Engenharia Elétrica e de Computação (FEEC) dos Institutos de Computação (IC), de Biologia (IB), de Economia (IE) e de Química (IQ).

É importante destacar que o Projeto de criação deste curso se insere nos esforços permanentes da Direção dessas Unidades de Ensino e da Pró-Reitoria de Graduação em busca de consolidar ações que resultem na melhoria do ensino de graduação da Unicamp. Temos grande expectativa de que o curso de graduação em Engenharia Física da Unicamp proporcionará a formação de Engenheiro multiespecialista com sólida formação técnica e visão de gerenciamento e de mercado, capaz de atuar nas mais variadas áreas de desenvolvimento e inovação tecnológica, tanto na indústria quanto em centros de pesquisa. Um Engenheiro preparado para atuar nas fronteiras multidisciplinares das diversas áreas de Engenharia e Ciências aplicadas e enfrentar os desafios científicos e tecnológicos do mundo atual.

Espera-se também que a criação do novo curso aumente a interatividade e cooperação técnico-científica entre as unidades participantes, levando a um aprimoramento dos cursos de Graduação em Engenharia, Física e Matemática Aplicada já existentes. Os Institutos de Física e de Matemática e as Faculdades de Engenharias possuem individualmente um bom nível de excelência, mas não apresentam um grau de interatividade tão grande quanto seus potenciais individuais permitem. Esse aumento de interatividade entre essas unidades, certamente levará a um maior aproveitamento da

capacidade de formação profissional de cada uma delas, tendo como resultado final, a possibilidade formação de Engenheiro, Físicos e Matemáticos ainda mais capacitados.

Por fim, a implementação do curso de Engenharia Física no IFGW pode trazer outro efeito acadêmico extremamente positivo nos Institutos da Física e Matemática. Nos últimos anos, a procura pelo curso 51 (Bach. em Fís. Mat, e Mat. Comp.) tem sido relativamente baixa, com uma relação média de 5 candidatos/vaga. Para o preenchimento completo das 155 vagas do curso 51, são normalmente necessários mais de cinco chamadas para a matrícula. Como os cursos oferecidos pelo IFGW e pelo IMECC são de alto nível, e esses Institutos obviamente não abrem mão da qualidade dos seus cursos, os alunos ingressantes menos capacitados acabam abandonando o curso gerando uma evasão indesejável de cerca de 30 a 40%.

A criação de curso de Engenharia Física com ingresso pelo curso 51 torná-lo-ia mais atrativo o que poderia levar a um aumento da relação candidatos/vaga e do nível de formação dos alunos ingressantes. Esses poderiam, no decorrer do curso, decidir optar também pelas outras habilitações ou ênfases já existentes nos cursos do IFGW e do IMECC, pois somente 15 vagas seriam reservadas para a Engenharia Física. Esse efeito positivo já foi observado na prática em outras universidades do Brasil que criaram o curso de Engenharia Física. De fato está expectativa vem se confirmando com aumento significativo da relação candidato/vaga no vestibular do curso 51 desde da criação do curso de Engenharia Física em 2013.

## Descrição Geral do Curso

O curso de graduação em Engenharia Física da Unicamp é um curso **em turno integral**, constituído de **242 créditos**, equivalentes a um total de **3630 horas** a ser integralizado em cinco anos (prazo mínimo de 10 semestres e prazo máximo de 16 semestres). A **organização curricular** contém três núcleos: de conteúdos básicos, de conteúdos profissionalizantes e de conteúdos específicos, organizados em comprimento à Resolução CNE/CES nº 11, de 11 de março de 2002, que institui as “Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia”.

## Objetivo do Curso

O curso de Graduação em Engenharia Física da Unicamp objetiva a formação de um profissional generalista, com sólida base científica e tecnológica, principalmente, nas relacionadas com as áreas das ciências exatas (Física, Química, Matemática), preparado para aplicar esses conhecimentos básicos na investigação de problemas tecnológicos, através do uso de uma estratégia multidisciplinar. Pela sua formação multidisciplinar, o engenheiro egresso possuirá ambas as visões do cientista em ciências fundamentais e do engenheiro, estando apto à pesquisa, ao desenvolvimento e apoio tecnológico e sendo capaz de introduzir/desenvolver, num contexto empresarial, novos processos e produtos de alto valor agregado, localizando/solucionando problemas das diversas áreas da tecnologia moderna, particularmente, daquelas de grande impacto tecnológico e que requerem conhecimento atualizado de Física Contemporânea nas áreas de estado sólido, eletromagnetismo, ciências dos materiais, computação, robótica, eletrônica básica e avançada, optoeletrônica, telecomunicações, criogenia, vácuo, automação de equipamentos, dentre outras.

O curso de Engenharia Física da UNICAMP terá a possibilidade entre duas ênfases: Optoeletrônica (com 05 vagas) ou Produção Tecnológica (com 10 vagas). As ênfases são necessárias para uma maior especialização do aluno de engenharia física em determinadas áreas de atuação profissional. Neste momento também faz-se necessário a divisão entre estas ênfases devido ao limite no número de matrículas em disciplinas de laboratórios,

necessários em cada uma das ênfases. Reforçamos no entanto que, o aluno de qualquer uma das ênfases terá uma sólida formação geral, sendo que a maior parte das disciplinas é comum para ambas as ênfases. O currículo proposto para as duas ênfases diferem entre si de apenas uma ou no máximo duas disciplinas em cada semestre.

## **Perfil de Formação (O profissional)**

O curso de Engenharia Física tem como principal diferencial uma formação mais sólida e diferenciada em Física/Matemática, complementada com noções imprescindíveis e generalizadas de engenharia, o que torna o Engenheiro Físico um profissional multiespecialista com sólida formação técnica e visão de gerenciamento e de mercado, capaz de atuar nas mais variadas áreas de desenvolvimento e inovação tecnológica, tanto na indústria quanto em centros de pesquisa. Mantendo o perfil de engenheiro, mas com uma formação mais completa em Física contemporânea, através do domínio do conteúdo de Física do Estado Sólido, Mecânica Quântica, Física Estatística e Física Nuclear, o Engenheiro Físico é preparado para lidar com problemas tecnológicos de fronteira envolvendo geração de energia, nanotecnologia, novos materiais e dispositivos, criogenia, vácuo e optoeletrônica, da mesma forma que ele pode atuar no gerenciamento de uma linha de produção, na área de gestão de pessoal ou no estudo de mercado.

Através do domínio de ferramentas básicas e, do conhecimento específico adquirido nas áreas de Física avançada e atual, o Engenheiro Físico terá plena capacidade em propor soluções para os mais diversos problemas enfrentados pelos setores de produção e de desenvolvimento. Por outro lado, também estará preparado para levar em conta nas soluções desses problemas técnicos, os aspectos políticos, econômicos, sociais, culturais e ambientais. Pela sua capacidade de raciocínio desenvolvida e visão crítica diferenciada, poderá liderar projetos técnicos, científicos e /ou administrativos, trabalhar na área de finanças, investimentos, controladoria e consultoria estratégica. Sua atuação exigirá: criatividade, flexibilidade, iniciativa, autonomia, rigor científico, espírito crítico, visão ética e humanista, preparo para o trabalho em equipe, habilidade em comunicação oral e escrita.

## **Número de Vagas e Sistema de Ingresso**

O curso de Graduação em Engenharia Física da Unicamp oferece 15 vagas em turno integral diurno, sendo 10 vagas para a ênfase em Produção Tecnológica e 05 vagas para a ênfase em Optoeletrônica.

Para cursar Engenharia Física os alunos devem ingressar pelo Vestibular Nacional da Unicamp para o curso 51, que é o curso de ingresso comum para os cursos de Graduação de Bacharelado em Física, Bacharelado em Matemática, Bacharelado em Matemática Aplicada e Computacional e Engenharia Física. O curso 51 oferece 155 vagas no vestibular Nacional. No terceiro semestre, os alunos do curso 51 devem escolher entre os cursos de Física (04), Matemática (01), Matemática Aplicada e Computacional (28) ou para o curso de Engenharia Física (108). Os alunos que optaram pelo curso de Engenharia Física (108) poderão se inscrever para as 15 vagas disponíveis do curso de Engenharia Física, sendo 05 vagas para a ênfase em Optoeletrônica e 10 vagas para a ênfase em Produção Tecnológica. Para cursar Engenharia Física, os alunos devem ingressar pelo Vestibular Nacional da Unicamp (ou outras formas de ingresso adotadas pela Unicamp) para o Curso 51, que é o curso de ingresso comum para os cursos de graduação em Física, Matemática, Matemática Aplicada e Computacional e Engenharia Física. O curso 51 oferece 155 vagas no vestibular Nacional. No terceiro semestre, os alunos do curso 51 devem escolher entre os cursos de Física (04), Matemática (01), Matemática Aplicada e computacional (28) ou para curso de Engenharia Física (108). Os alunos que optarem pelo curso de Engenharia Física (108) poderão se inscrever para as 15 vagas disponíveis do curso de engenharia Física, sendo 05 vagas para a ênfase em Optoeletrônica e 10 vagas em Produção tecnológica. A seleção dos alunos interessados em cursar Engenharia Física será efetuado pela coordenação de graduação do curso e irá respeitar os pré-requisitos de inscrição e os critérios de seleção descritos abaixo:



**• Pré-requisitos para a Inscrição:**

1) Estar regularmente matriculado no Curso 51 ou em alguns dos seus cursos derivados (01, 04 ou 28) seguindo o catálogo de 2013 ou posterior.

2) Ter obtido, no momento de inscrição, um número de créditos superior a 20, considerando-se somente as disciplinas obrigatórias dos três (03) primeiros semestres do curso 51.

**• Critérios de Seleção em ordem de prioridade:**

1º) Desempenho acadêmico nas disciplinas obrigatórias dos três (03) primeiros semestres do curso 51.

2º) Coeficiente de Progressão (CP) considerando-se as disciplinas do Currículo Pleno do curso de Engenharia Física (108).

Os alunos que não forem selecionados para o curso de Engenharia Física poderão permanecer no seu curso de origem e tentar novamente na próxima seleção que deverá ocorrer após 1 ano, sempre no final do semestre ímpar do ano letivo. Após o ingresso no curso de Engenharia Física, os alunos podem retornar aos cursos de ingresso comum do curso 51 a qualquer momento, respeitando a disponibilidade de vagas.

## **Currículo Pleno**

Para concluir o curso de graduação em Engenharia Física da Unicamp o aluno deverá cumprir 242 créditos, equivalentes a um total de 3630 horas a ser integralizado em 10 semestres como sugestão de catálogo, com um período máximo de integralização de 16 semestres. O aluno poderá escolher entre duas ênfases: Optoeletrônica e Produção tecnológica.

## **Grade Curricular do Curso de Engenharia Física**

### **Currículo Pleno para o Curso de Engenharia Física do IFGW – 242 créditos**

#### **Núcleo de conteúdos Comum:**

- F 128 (04) : Física Geral I
- F 129 (02) : Física Experimental I
- F 228 (04) : Física Geral II
- F 229 (02) : Física Experimental II
- F 315 (04) : Mecânica Geral I
- F 320 (04) : Termodinâmica
- F 328 (04) : Física Geral III
- F 329 (02) : Física Experimental III
- F 415 (04) : Mecânica Geral II
- F 428 (04) : Física Geral IV
- F 429 (02) : Física Experimental IV
- F 502 (04) : Eletromagnetismo I
- F 520 (04) : Métodos Matemáticas de Física I
- F 589 (04) : Estrutura da Matéria
- F 590 (02) : Iniciação Científica
- F 602 (04) : Eletromagnetismo II
- F 604 (04) : Física Estatística
- F 620 (04) : Métodos Matemáticas de Física II
- F 640 (04) : Métodos de Física Experimental II

F 689 (04) : Mecânica Quântica I  
F 740 (04) : Métodos de Física Experimental III  
F 789 (04) : Mecânica Quântica II  
F 887 (04) : Física Nuclear  
F 888 (04) : Física do Estado Sólido  
F 895 (04) : Projeto  
F 449 (04) : Lasers e Aplicações (Disciplina Nova)  
F 949 (12) : Estágio em Engenharia Física (Disciplina Nova)  
FM003 (02) : Seminários sobre a profissão  
MA111 (06) : Cálculo I  
MA141 (04) : Geometria Analítica e Vetores  
MA211 (06) : Cálculo II  
MA311 (06) : Cálculo III  
MA327 (04) : Álgebra Linear  
MA044 (04) : Matemática IV  
MS149 (02) : Complementos de Matemática  
MS211 (04) : Cálculo Numérico  
MC102 (06) : Algoritmos e programação  
MC202 (06) : Estrutura de Dados  
ME210 (04) : Probabilidade I  
QG101 (04) : Química I  
QG102 (04) : Química Experimental I  
LE100 (04) : Des. técnico assistido por comp.  
LE103 (04) : Oficinas  
LE500 (04) : Resistência dos materiais I  
LE501 (04) : Fenômenos de transporte  
BE310 (02) : Ciências do Ambiente  
CE304 (02) : Direito  
CE738 (04) : Economia para Engenharia

**Núcleo de conteúdos Específicos da ênfase em Optoeletrônica:**

EA513 (04) : Circuitos Elétricos

EE530 (04) : Eletrônica Básica I

EE531 (02) : Laboratório de Eletrônica Básica I

EE610 (04) : Eletrônica Digital I

EE640 (04) : Eletrônica Básica II

EE641 (02) : Laboratório de Eletrônica Básica II

EE833 (04) : Eletrônica de Potência

F 349 (04) : Teoria de Informação clássica e quântica (Disciplina Nova)

**Núcleo de conteúdos Específicos da ênfase em Produção Tecnológica:**

F 540 (04) : Métodos de Física Experimental I

LE401 (04) : Estr. e Prop. de Materiais

LE700 (02) : Engenharia de Qualidade

LE205 (02) : Introdução à Metodologia de Projeto

LE602 (04) : Usinagem Materiais

LE801 (02) : Planejamento e Controle de Produção

F 749 (04) : Engenharia de materiais estruturados e dispositivos (Disciplina Nova)

**Bloco de Disciplinas Eletivas 01**

FM201(02) : Atividades Científicas e Culturais I

NC200 (04) : Epistemologia e Filosofia da Ciência

NC400 (04) : Noções de Administração e Gestão

NC202 (04) : Sociedade e Ambiente

Qualquer disciplina da Unicamp

**Bloco de Disciplinas Eletivas 02**

MC302 (06) : Programação Orientada a Objetos

MC348 (04) : Fundamentos matemáticos da computação

F 149 (02) : Desenvolvimentos de novos materiais (Disciplina Nova)

F 249 (02) : Óptica Aplicada (Disciplina Nova)

F 549 (02) : Fontes Alternativas de Energia (Disciplina Nova)  
F 550 (04) : Radiação: Interação e Detecção  
F 752 (04) : Ressonância Magnética Aplicada à Medicina  
F 837 (04) : Laboratório de Física Médica.  
F 839 (04) : Métodos de Física Experimental VI  
F 849 (04) : Instrumentação científica (Disciplina Nova)  
F 856 (04) : Biofotônica  
GL604 (02) Sistema de Informação e Gestão do Conhecimento  
LE701 (02) : Gestão de Projetos  
LE702 (02) : Gestão de Recursos Humanos  
LE703 (02) : Sistemas Produtivos  
MC346(04) : Paradigmas de Programação  
MC426(04) : Engenharia de Software  
MC458(04) : Projeto e Análise de Algoritmos I  
MC536(06) : Bancos de Dados: Teoria e Prática  
F 0-- : Qualquer disciplinas de código F 0--

## Curso de Engenharia Física

Ênfase em Optoeletrônica:	Ênfase em Produção Tecnológica:
5 vagas	10 vagas

### Primeiro Semestre:

Para ambas as modalidades

F 128 (04)	Física Geral I	IFGW
F 129 (02)	Física Experimental I	IFGW
FM003 (02)	Seminários sobre a profissão	IFGW
MA111 (06)	Cálculo I	IMECC
MA141 (04)	Geometria Analítica e Vetores	IMECC
MS149 (02)	Complementos de Matemática	IMECC

Total de créditos neste semestre: 20

### Segundo Semestre:

Para ambas as modalidades

F 228 (04)	Física Geral II	IFGW
F 229 (02)	Física Experimental II	IFGW
MA211 (06)	Cálculo II	IMECC
MA327 (04)	Álgebra Linear	IMECC
MC102 (06)	Algoritmos e Programação	IC

Total de créditos neste semestre: 22

### Terceiro Semestre:

Para ambas as modalidades

F 328 (04)	Física Geral III	IFGW
F 329 (02)	Física Experimental III	IFGW
MA311 (06)	Cálculo III	IMECC

ME210 (04)	Probabilidade I	IMECC
MS211 (04)	Cálculo Numérico	IMECC

Total de créditos neste semestre: 20

### Quarto Semestre:

Para ambas as modalidades

F 428 (04)	Física Geral IV	IFGW
F 429 (02)	Física Experimental IV	IFGW
MA044 (04)	Matemática IV	IMECC
F 315 (04)	Mecânica Geral I	IFGW
QG101 (04)	Química I	IQ
QG102 (04)	Química Experimental I	IQ

Total de créditos neste semestre: 22

### Quinto Semestre:

Para ambas a modalidade com ênfase em Optoeletrônica:

F 502 (04)	Eletromagnetismo I	IFGW
EA 513 (04)	Circuitos Elétricos	FEEC
F 589 (04)	Estrutura da Matéria	IFGW
MC 202 (06)	Estrutura de Dados	IC
LE 100 (04)	Desenho Técnico assistido por comp.	FCA
LE 103 (04)	Oficinas	FCA

Total de créditos neste semestre: 26

Para ambas a modalidade com ênfase em Produção Tecnológica:

F 502 (04)	Eletromagnetismo I	IFGW
F 540 (04)	Métodos de Física Experimental I	IFGW
F 589 (04)	Estrutura da Matéria	IFGW
MC 202 (06)	Estrutura de Dados	IC
LE 100 (04)	Desenho Técnico assistido por comp.	FCA

LE 103 (04)	Oficinas	FCA
-------------	----------	-----

Total de créditos neste semestre: 26

### Sexto Semestre:

Para modalidade com ênfase em Optoeletrônica

F 320 (04)	Termodinâmica	IFGW
F 602 (04)	Eletromagnetismo II	IFGW
F 689 (04)	Mecânica Quântica I	IFGW
EE 530 (04)	Eletrônica Básica I	FEEC
F 640 (04)	Métodos de Física Experimental II	IFGW
(04)	Uma disciplina do Bloco de Eletivas I	

Total de créditos neste semestre: 24

Para modalidade com ênfase em produção tecnológica

F 320 (04)	Termodinâmica	IFGW
F 602 (04)	Eletromagnetismo II	IFGW
F 689 (04)	Mecânica Quântica I	IFGW
LE 401 (04)	Estrutura e Propriedades de Materiais	FCA
F 640 (04)	Métodos de Física Experimental II	IFGW
LE602 (04)	Usinagem de Materiais	FCA
LE205 (02)	Introdução à Metodologia de Projeto	FCA

Total de créditos neste semestre: 26

### Sétimo Semestre:

Para modalidade com ênfase em Optoeletrônica

F 604 (04)	Física Estatística	IFGW
F 740 (04)	Métodos de Física Experimental III	IFGW
F 789 (04)	Mecânica Quântica II	IFGW
LE 501 (04)	Fenômenos de Transporte	FCA
EE 531 (02)	Laboratório de Eletrônica Básica I	FEEC
F 520 (04)	Métodos Matemáticos de Física I	IFGW



EE 640 (04)	Eletrônica Básica II	FEEC
LE 500 (04)	Resistência dos Materiais	FCA

Total de créditos neste semestre: 30

Para modalidade com ênfase em Produção Tecnológica

F 604 (04)	Física Estatística	IFGW
F 789 (04)	Mecânica Quântica II	IFGW
LE501 (04)	Fenômenos de Transporte	FCA
LE700 (02)	Engenharia de Qualidade	FCA
F 520 (04)	Métodos Matemáticos de Física I	IFGW
LE500 (04)	Resistência dos Materiais	FCA
(04)	Disciplina do Bloco de Eletivas 01	

Total de créditos neste semestre: 26

### Oitavo Semestre:

Para modalidade com ênfase em Optoeletrônica

F 888 (04)	Física do Estado Sólido	IFGW
F 620 (04)	Métodos Matemáticos de Física II	IFGW
F 887 (04)	Física Nuclear	IFGW
BE310 (02)	Ciências do Ambiente	IB
EE610 (04)	Eletrônica Digital I	FEEC
CE 738 (04)	Economia para Engenharia	IE
EE 641 (02)	Laboratório de Eletrônica Básica II	FEEC
(04)	Disciplina do Bloco de Eletivas 02	

Total de créditos neste semestre: 28

Para modalidade com ênfase em Produção Tecnológica

F 888 (04)	Física do Estado Sólido	IFGW
F 620 (04)	Métodos Matemáticos de Física II	IFGW
F 887 (04)	Física Nuclear	IFGW
BE310 (02)	Ciências do Ambiente	IB

CE 738 (04)	Economia para Engenharia	IE
LE801 (02)	Planejamento e Controle de Produção	FCA
(08)	Disciplinas do Bloco de Eletivas 02	

Total de créditos neste semestre: 28

### **Nono Semestre:**

Para modalidade com ênfase em Optoeletrônica

F 590 (02)	Iniciação Científica	IFGW
F 349 (04)	Teoria de Informação clássica e quântica	IFGW
F 449 (04)	Lasers e Aplicações	IFGW
F 415 (04)	Mecânica Geral II	IFGW
CE 304 (02)	Direito	IE
(10)	Disciplinas do Bloco de Eletivas 02	

Total de créditos neste semestre: 26

Para modalidade com ênfase em Produção Tecnológica:

F 590 (02)	Iniciação Científica	IFGW
F 749 (04)	Eng. de Mat. Estruturados e Dispositivos	IFGW
F 449 (04)	Lasers e Aplicações	IFGW
F 415 (04)	Mecânica Geral II	IFGW
CE 304 (02)	Direito	IE
F 740 (04)	Métodos de Física Experimental III	IFGW
(08)	Disciplinas do Bloco de Eletivas 02	

Total de créditos neste semestre: 28

### **Décimo Semestre:**

Para modalidade com ênfase em Optoeletrônica

F 949	Estágio em Engenharia Física	IFGW
F 895	Projeto	IFGW
EE 833	Eletrônica de Potência	FEEC
(04)	Disciplinas do Bloco de Eletivas 02	

Total de créditos neste semestre: 24

Para modalidade com ênfase em Produção Tecnológica

F 949 (12)	Estágio em Engenharia Física	IFGW
F 895 (04)	Projeto	IFGW
(08)	Disciplinas do Bloco de Eletivas 02	

Total de créditos neste semestre: 24

## Resumo:

### Núcleo Comum:

Sem.	Disciplinas	Créditos
1	F128(04); F129(02); FM003(02); MA111(06); MA141(04); MS149(02)	20
2	F228(04); F229(02); MA211(06); MA327(04); MC102(06)	22
3	F328(04); F329(02); MA311(06); ME210(04); MS211(04)	20
4	F315(04); F428(04); F429(02); MA044(04); QG101(04); QG102(04)	22

### Para Modalidade com ênfase em Optoeletrônica:

Sem.	Disciplinas:	Créditos
5	F502(04); EA513 (04); F589(04); MC202(06); LE100(04); LE103(04)	26
6	F 320(04); F602(04); F689(04); EE530(04); F640(04); Bloco de Eletivas 01 (04)	24
7	F604(04); F740(04); F789(04); LE501(04); EE531(02); F520(04); EE640(04); LE500(04)	30
8	F888(04); F620(04); F887(04); BE310(02); EE610(04); CE738(04); EE641(02); Bloco de Eletivas 02 (04)	28
9	F590(02); F349(04); F449(04); F415(04); CE304(02); Bloco de Eletivas 02 (10)	26
10	F949 (12); F895 (04); EE833(04); Bloco de Eletivas 02 (04)	24

Total de 242 créditos.

Total de Vagas Oferecidas por ano: 05

### Para Modalidade com ênfase em Produção Tecnológica:

Sem.	Disciplinas	Créditos
5	F502(04); F 540 (04); F589(04); MC202(06); LE100(04); LE103(04)	26
6	F 320(04); F602(04); F689(04); LE401(04); F640(04); LE602(04); LE205(02);	26
7	F604(04); F789(04); LE501(04); LE700(02); F520(04); LE500(04); Bloco de Eletivas 01 (04);	26
8	F888(04); F620(04); F887(04); BE310(02); CE738(04); LE801(02); Bloco de Eletivas 02 (08)	28
9	F590(02); F749(04); F449(04); F415(04); CE304(02); F740(04); Bloco de Eletivas 02 (08)	28
10	F949 (12); F895 (04); Bloco de Eletivas 02 (08)	24

Total de 242 créditos.

Total de Vagas oferecidas por ano: 10

## **Ementa das disciplinas do curso de Engenharia Física**

A grande maioria das disciplinas do curso de Engenharia Física são disciplinas já existentes e ministradas para outros cursos de Graduação da Unicamp. Portanto, suas ementas estão disponíveis nos catálogos dos cursos de graduação da Unicamp.

## **Ementas das Novas disciplinas criadas para o curso de Engenharia Física**

### **F 149 (02) : Desenvolvimentos de novos materiais**

OF:S-6 T:02 P:00 L:00 O:00 D:00 HS:02 SL:02 C:02 EX:S

**Pré-Req.:** F 888

**Ementa:** Técnicas de preparação de materiais volumétricos: reação do estado sólido, técnica de fluxo metálico, fusão a arco, fusão por zona flutuante, etc. Critérios de estabilidade de estrutura. Síntese por aproximação através substituição química por similitude de valência ou raio iônico. Critérios de busca por propriedade física desejada.

### **F 249 (02) : Óptica Aplicada**

OF:S-6 T:00 P:00 L:02 O:00 D:00 HS:02 SL:02 C:02 EX:S

**Pré-Req.:** F 589 F429

**Ementa:** Fontes e Detectores de Luz : fontes contínuas (térmicas), discretas (espectrais) e monocromáticas; detectores térmicos e quânticos. Radiometria, Fotometria, Colorimetria e Espectrometria.

Formação de Imagens: aproximação paraxial, sistemas espessos, efeito das aberturas (luminosidade e campo da imagem), aberrações: geométricas e cromática, resolução (efeitos de difração). Lentes de Fresnel. Sistemas

Ópticos: microscópios, telescópios, objetivas, condensadores, etc.

Aplicações envolvendo a polarização da luz: elipsometria, polarimetria, moduladores, mostradores de cristal líquido, etc

Interferometria: medida de pequenas dimensões, deslocamentos e topografia de superfícies. Filmes Finos: espelhos frios, filtros de interferência e antirefletores.

### **F 349 (04) : Introdução à Teoria de Informação: Aspectos clássicos e quânticos**

OF:S-1 T:04 P:00 L:00 O:00 D:00 HS:04 SL:04 C:04 EX:S

**Pré-Req.:** F 789

**Ementa:** Definição de informação; entropia, entropia relativa e informação mútua; redundância de códigos; princípios de codificação e capacidade de canais; ruído térmico em sistemas físicos; detecção e correção de erros; princípios de mecânica

quântica, definição de canais quânticos, origem de ruídos em sistemas de comunicação e informação quânticos; códigos quânticos de correção de erros; introdução à criptografia.

#### **F 449 (04) – Lasers e Aplicações**

OF:S-1 T:00 P:00 L:04 O:00 D:00 HS:04 SL:04 C:04 EX:S

**Pré-Req.:** F 429 / F 589

**Ementa:** Fundamentos e partes do laser. Cavidades ópticas: traçados de raios, matrizes e lei ABCD, ressonância, feixes Gaussianos. Meio ativo: interação de radiação com matéria, coeficiente de ganho, alargamento de linhas espectrais. Dinâmica laser: limiar de oscilação, saturação do ganho, eficiência, mecanismos de excitação, características espectrais. Regimes de operação: chaveamento-Q e mode-locking. Tipos de lasers (estado sólido, semiconductor, gás), tipos de cavidades, laser contínuos e pulsados. Componentes ópticos: etalons, filtros birregringentes, cristais não-lineares, prismas, redes e espelhos dispersivos para compensação de dispersão da velocidade de grupo. Aplicações científicas do laser (resfriamento a laser, medidas extremamente precisas, holografia, etc). Uso de lasers em telecomunicações; Aplicações em medicina e biofotônica. Aplicações industriais: processamento de materiais (corte, solda e marcação); metrologia, instrumentos a laser.

#### **F 549 (02) – Fontes Alternativas de energia**

**Pré-Req.:**

OF:S-6 T:02 P:00 L:00 O:00 D:00 HS:02 SL:02 C:02 EX:S

**Ementa:** Fontes de Energia Renovável, Combustíveis alternativos: Biodiesel, Bioetanol. Células Solares. Usinas Nucleares. Energia Eólica. Estudos de Impactos Ambientais.

#### **F 749 (04) : Engenharia de materiais estruturados e dispositivos**

OF:S-1 T:04 P:00 L:00 O:00 D:00 HS:04 SL:04 C:04 EX:S

**Pré-Req.:** F 888

**Ementa:** Técnicas de preparação e caracterização de filmes finos e materiais nanoestruturados. Nanomagnetismo. Técnicas de Microscopia, STM e AFM. Engenharia de dispositivos e funcionalização.

#### **F 849 (04) – Instrumentação científica**

OF:S-6 T:00 P:00 L:04 O:00 D:00 HS:04 SL:04 C:04 EX:S

**Pré-Req.:** F 540 / EE530

Aquisição de medidas experimentais eletronicamente: conversão de medidas experimentais em sinais elétricos (corrente ou tensão), medidas de corrente, medidas de tensão, amplificadores, conversão de corrente em tensão, amplificadores “lock-in”, conversão de sinal analógico em digital, comunicação entre sistemas de aquisição e computadores, protocolos de comunicação, programas para controle de experimentos e aquisição de dados.

#### **F 949 (12) : Estágio em Engenharia Física**

OF:S-2 T:00 P:04 L:00 O:08 D:00 E:00 HS:12 SL:04 C:12 EX:S

**Pré-Req.:** AA475

**Ementa:** Estudos de situações reais em engenharia, acompanhamento de projeto, fabricação, especificação, montagem, programação, configuração e teste de equipamento, junto a empresas e centros de pesquisa credenciados pela Universidade.

## **Responsabilidade de Oferecimento das disciplinas**

As disciplinas de código F e FM serão oferecidas pela coordenação de graduação do IFGW. As disciplinas de código MA são de responsabilidade da coordenação de graduação da Matemática. As disciplinas de código MS são de responsabilidade da coordenação de graduação da Matemática Aplicada e Computacional.

As disciplinas de código MC serão oferecidas pela coordenação de graduação do IC. As Disciplinas de códigos LE ER, e NC serão oferecidas pela coordenação de graduação da FCA.

As disciplinas de códigos EE e EA são de responsabilidade da coordenação de graduação da FEEC. As disciplinas de códigos CE são de responsabilidade da coordenação de graduação do IE. As disciplinas de códigos BE serão oferecidas pela coordenação de graduação do IB. As disciplinas de códigos QG serão oferecidas pela coordenação de graduação do QG. As disciplinas de códigos ME serão oferecidas pela coordenação de graduação do curso de Estatística.

## **Infra-estrutura necessária ao funcionamento do curso**

Os alunos do curso de Engenharia Física farão uso da infra-estrutura já existentes nas unidades participantes de acordo com a responsabilidade de oferecimento das disciplinas da currículo pleno do curso. Isto inclui laboratórios, salas de aulas, bibliotecas, equipamentos, etc, de acordo com o plano de desenvolvimento de cada disciplina.



## **Atividades Curriculares Especiais**

No projeto do curso existem duas disciplinas obrigatórias, que darão ao aluno a oportunidade de realizar atividades acadêmicas, industriais e/ou sociais, que enriquecerão, profundamente, a sua formação profissional. Estas disciplinas são:

- (1) F895 – Projeto
- (2) **F949** - Estágio Curricular em Engenharia Física.

**F 895** : *Projeto*: tem como objetivo o desenvolvimento de um projeto técnico-científico, em conjunto entre o aluno e um docente/pesquisador dos Institutos e Faculdades participantes do curso de Engenharia Física. Esta disciplina fornecerá ao aluno, uma oportunidade ímpar de ter contato com pesquisa e/ou desenvolvimento básico e/ou tecnológico, frequentando, se possível, laboratórios de pesquisa da universidade ou atuando em alguma organização/empresa.

**F 949** : Estágio Curricular em Engenharia Física. Seguindo o exemplo de programas de estágios das Unidades da Unicamp, essa disciplina visa oferecer ao aluno a oportunidade de adquirir experiência profissional direta, fora da Universidade, antes de se formar. O aluno desenvolverá um projeto técnico-científico, em conjunto com um pesquisador e um profissional de uma empresa. Esta experiência fornecerá ao aluno, a oportunidade ímpar de ter contato com pesquisa básica e/ou tecnológica, frequentando laboratórios/linhas de produção da universidade e da empresa onde desenvolverá o trabalho.

## **Descrição das Competências/Habilidades/Atitudes e valores fundamentais ao Engenheiro Físico**

O curso de Engenharia Física da Unicamp, procurará desenvolver as mais diversas competências do aluno, muitas vezes estimulando-o a resolver problemas complexos para que organize seus conhecimentos e desenvolva suas habilidades e comportamento.

A formação do Engenheiro Físico tem por objetivo, dotá-lo dos conhecimentos, habilidades e atitudes, que lhe forneçam os subsídios requeridos para o exercício com

competência das atividades inerentes à sua carreira profissional (Artigo 4º da RESOLUÇÃO CNE/CES 11/2002 – Anexo 4):

- I – aplicar conhecimentos matemáticos, científicos, tecnológicos e instrumentais à engenharia em geral;*
- II – projetar e conduzir experimentos e interpretar resultados;*
- III – conceber, projetar e analisar sistemas, produtos e processos;*
- IV – planejar, supervisionar, elaborar e coordenar projetos e serviços de engenharia;*
- V – identificar, formular e resolver problemas de engenharia;*
- VI – desenvolver e/ou utilizar novas ferramentas e técnicas;*
- VII – avaliar criticamente a operação e a manutenção de sistemas;*
- VIII – comunicar-se efetivamente nas formas escritas, oral e gráfica;*
- IX – atuar em equipes multidisciplinares;*
- X – compreender e aplicar a ética e responsabilidades profissionais;*
- XI – avaliar o impacto das atividades de engenharia no contexto social e ambiental;*
- XII – avaliar a viabilidade econômica de projetos de engenharia;*
- XIII – assumir a postura de permanente busca e atualização profissional;*

Com efeito, esses conhecimentos, deverão ser pautados na ética e responsabilidade social, ambiental e profissional.

Desse modo, o Engenheiro Físico estará apto a executar atividades, propostas por: (VIEIRA 2004):

- Supervisão, coordenação e orientação técnica;*
- Estudo, planejamento, projeto e especificação;*
- Estudo de viabilidade técnico-econômica;*
- Assistência, assessoria e consultoria;*
- Direção de obra ou serviço técnico;*
- Vistoria, perícia, avaliação, arbitramento, laudo e parecer técnico;*
- Desempenho de cargo e função técnica;*
- Ensino, pesquisa, análise, experimentação, ensaio, divulgação técnica e extensão;*
- Elaboração de orçamento;*
- Padronização, mensuração e controle de qualidade;*
- Execução de obra ou serviço técnico;*
- Fiscalização de obra ou serviço técnico;*
- Produção técnica e especializada;*
- Condução de trabalho técnico;*
- Condução de equipe de instalação, montagem, operação, reparo ou manutenção;*
- Execução de instalação, montagem e reparo;*
- Operação e manutenção de equipamento e instalação;*
- Execução de desenho técnico.*

De forma resumida, pode-se dizer que a formação do Engenheiro Físico, terá por objetivo: dotá-lo das competências e habilidades, pautadas na ética e responsabilidade social, ambiental e profissional, requeridas para o exercício com competência, de funções que envolverão, principalmente, conhecimentos de física clássica e/ou contemporânea.

## BIBLIOGRAFIA

Projeto Pedagógico do Curso de Engenharia Física da Universidade Federal de São Carlos.

ALONSO, Myrtes; Repensando o ensino de graduação na Universidade em nossos dias. Ensino de Graduação: Reflexões e Proposições UFSCar (São Carlos) n 1: 1-23, 1998

BRASIL, A.J., Gestão Organizacional – São Carlos: UFSCar/Departamento de Engenharia de Produção; notas de aula do Curso de Especialização em Gestão de Recursos Humanos.

BRUNO, Lúcia; Educação, qualificação e desenvolvimento econômico in: BRUNO, Lúcia (Org) Educação e trabalho no capitalismo contemporâneo. São Paulo : Atlas 1996, 204p

CAMARGO, Ruy Carlos; Estudo sobre a nova sistemática para definição de atribuições profissionais – Março/2004 - pagina do CONFEA/CREA no endereço <http://cordenadorias.confea.org.br>

CAMARGO, Ruy Carlos; Texto referencial – Diplomas Acadêmicos, Títulos e Sistematização do exercício profissional - pagina do CONFEA/CREA no endereço <http://cordenadorias.confea.org.br>

DOWBOR, Ladislau; Educação, tecnologia e desenvolvimento in BRUNO, Lúcia (Org) Educação e trabalho no capitalismo contemporâneo. São Paulo : Atlas 1996

MACEDO, Edison Flávio; Flexibilização das atribuições Profissionais – 6ª versão pagina do CONFEA/CREA no endereço <http://cordenadorias.confea.org.br>

TELECONFERÊNCIAS “Engenheiro2001”, Fundação Vanzolini da Escola Politécnica/USP-SP. Apoio FINEP. – disponíveis em fitas VHS.

VIEIRA, Ruy Carlos Camargo; "*Estudo sobre a nova sistemática para definição de atribuições/atividades profissionais*" Material distribuído em Brasília na reunião do Promove - Abril/2004 - pagina do CONFEA/CREA no endereço <http://cordenadorias.confea.org.br>

WOOD JUNIOR, T. e PICARELLI FILHO, V. “Remuneração Estratégica” – 3ª edição, Editora Atlas (2004).

## Anexo 1

### Programa das Disciplinas Novas:

#### **F 149 (02) : Desenvolvimentos de novos materiais**

OF:S-6 T:02 P:00 L:00 O:00 D:00 HS:02 SL:02 C:02 EX:S

**Pré-Req.:** F 888

**Ementa:** Técnicas de preparação de materiais volumétricos: reação do estado sólido, técnica de fluxo metálico, fusão a arco, fusão por zona flutuante, etc. Critérios de estabilidade de estrutura. Síntese por aproximação através substituição química por similitude de valência ou raio iônico. Critérios de busca por propriedade física desejada.

#### **Programa:**

1. Técnicas de Preparação de Materiais Volumétricos
  - 1.1 Reação de Estado Sólido
    - 1.1.1 Diagramas de Fases Binário e Ternário
    - 1.1.2 Síntese de materiais cerâmicos
    - 1.1.3 Síntese de Intermetálicos estequiométricos
  - 1.2. Técnica Crescimento por Fluxo
    - 1.2.1. Fluxo de Materiais óxidos
    - 1.2.2. Fluxo Metálico
    - 1.2.3 Reação Peritética, peritetóide e transformação por máximo congruente
    - 1.2.4 Incorporação de fluxo substitucional e superficial. Técnicas de Polimento e ataque químico.
  - 1.3 Técnicas de Crescimento por fusão
    - 1.3.1 Fusão a Arco
    - 1.3.2 Fusão por Zona flutuante
    - 1.3.3 Fusão a partir de sementes
2. Critérios de estabilidade de estrutura e qualidade cristalina
  - 2.1. Sólidos, Estruturas Cristalinas, grupos espaciais e pontuais
  - 2.2. Monocristais e Policristais
  - 2.3 Hábito de Crescimento
  - 2.4 Fator de tolerância
  - 2.5 Critérios experimentais de qualidade cristalina
3. Síntese por aproximação
  - 3.1. Síntese por aproximação através substituição química por similitude de valência.
  - 3.2 Síntese por aproximação através substituição química por similitude de raio iônico.
4. Critérios de busca por propriedade física desejada.
  - 4.1 História da descoberta de diversas classes de materiais.

4.2 Discussão de rotas existentes para síntese de materiais a partir da propriedade física desejada e.g. supercondutividade, efeitos termoelétricos, magnetoresistência, efeitos magnetocalóricos, etc.

### **Bibliografia:**

1. Massalski, Binary Alloy Phase Diagrams Vol. 1, 2 e 3 - ASM International – USA (1990).
2. P. Villans, A. Prince, H. Okamoto, Handbook of Ternary Alloy Phase Diagrams Vol. 1-10, ASM International – USA (1995).
3. Westbrook and Wiley, Intermetallic Compounds: Principles and Practice vol. 1 e 2, Wiley – England (1995).
4. B. W. Roberts, Survey of Superconductive materials and critical evaluation of selected properties, J. Phys. Chem. Ref. Data, Vol. 5 N<sup>o</sup> 2 (1976).
5. Kullaiiah Byrappa e T. Ohachi, Crystal Growth Technology, Willian Andrew Inc. Norwhich, New York – USA.

### **F 249 (02) : Óptica Aplicada**

OF:S-6 T:00 P:00 L:02 O:00 D:00 HS:02 SL:02 C:02 EX:S

**Pré-Req.:** F 589 F429

**Ementa:** Fontes e Detectores de Luz : fontes contínuas (térmicas), discretas (espectrais) e monocromáticas; detectores térmicos e quânticos. Radiometria, Fotometria, Colorimetria e Espectrometria.

Formação de Imagens: aproximação paraxial, sistemas espessos, efeito das aberturas (luminosidade e campo da imagem), aberrações: geométricas e cromática, resolução (efeitos de difração). Lentes de Fresnel. Sistemas

Ópticos: microscópios, telescópios, objetivas, condensadores, etc.

Aplicações envolvendo a polarização da luz: elipsometria, polarimetria, moduladores, mostradores de cristal líquido, etc

Interferometria: medida de pequenas dimensões, deslocamentos e topografia de superfícies. Filmes Finos: espelhos frios, filtros de interferência e antireflectores.

### **Programa:**

1. Fontes e Detectores de Luz

1.1. O espectro eletromagnético

1.2. Fontes de luz

1.2.1. Fontes contínuas (radiação do corpo negro, lâmpadas);

1.2.2. Fontes espectrais, leds

1.2.3. Fontes monocromáticas (laser)

1.3. Detectores de luz

1.3.1. Detectores térmicos

1.3.2. Detectores quânticos

1.3.3. O olho humano

1.4. Tipos de Medidas

1.4.1. Radiometria

1.4.2. Fotometria

- 1.4.3. Espectrometria
- 1.4.4. Colorimetria (Padrão CIE)
  
- 2. Óptica Geométrica
  - 2.1. Princípios básicos
  - 2.2. Formação de imagem
  - 2.3. Superfícies esféricas e óptica paraxial
    - 2.3.1. Espelhos Esféricos
    - 2.3.2. Dióptros Esféricos – Lentes Finas
  - 2.4. Sistemas espessos
    - 2.4.1. Lente Espessa
    - 2.4.2. Sistemas de Lentes Finas
    - 2.4.3. Matrizes Ópticas
    - 2.4.4. Parâmetros Gaussianos dos Sistemas Ópticos
  - 2.5. Efeitos das aberturas
    - 2.5.1. Efeito de Luminosidade
    - 2.5.2. Efeito de Campo
    - 2.5.3. Efeito das Aberturas na Resolução da Imagem
  - 2.6. Aberrações
    - 2.6.1. Aberração Cromática
    - 2.6.2. Aberrações Geométricas
  - 2.7. Lentes de Fresnel
  - 2.8. Sistemas Ópticos
    - 2.8.1. Microscópios
    - 2.8.2. Telescópios
    - 2.8.3. Objetivas
    - 2.8.4. Condensadores
  
- 3. Óptica Ondulatória e Polarização da Luz
  - 3.1. Ondas Eletromagnéticas
    - 3.1.1. Polarização da Luz
    - 3.1.2. Energia e Momento da Luz
  - 3.2. Propagação nos Meios Materiais
    - 3.2.1. Propagação em meios Dielétricos
    - 3.2.2. Propagação em Condutores
    - 3.2.3. Propagação em meios Anisotrópicos
      - 3.2.3.1. Birrefringência
      - 3.2.3.2. Dicroísmo
  - 3.3. Reflexão e Refração em Interfaces Dielétricas
    - 3.3.1. Reflexão Total
    - 3.3.2. Ângulo de Brewster
  - 3.4. Componentes de Polarização
    - 3.4.1. Polarizadores
    - 3.4.2. Lâminas de Onda
    - 3.4.3. Divisores de luz
    - 3.4.4. Moduladores Ópticos
    - 3.4.5. Mostradores de Cristal Líquido

### 3.5. Medidas do Estado de Polarização da Luz

#### 3.5.1. Elipsometria

#### 3.5.2. Polarimetria

### 4. Interferência

#### 4.1. Interferência de 2 Ondas

##### 4.1.1. Fendas de Young

##### 4.1.2. Interferômetros: Michelson, Loyd, Mach Zehnder, Sagnac, etc.

##### 4.1.3. Holografia

#### 4.2. Interferência de Múltiplas ondas

##### 4.2.1. Interferômetro de Fabry-Perot

##### 4.2.2. Redes de Difração

##### 4.2.3. Filmes Finos

###### 4.2.3.1. Espelhos Dielétricos (frios)

###### 4.2.3.2. Filtros Interferométricos

###### 4.2.3.3. Camadas Anti-refletoras

#### 4.3. Medidas Interferométricas

##### 4.3.1. Medidas Topográficas

##### 4.3.2. Medidas de Pequenos Deslocamentos e Vibrações

###### 4.3.2.1. Velocimetria Doppler

###### 4.3.2.2. Medidas Holográficas

##### 4.3.3. Aplicações em Sensores

###### 4.3.3.1. Medidas de Índice de Refração de Líquido e Gases

###### 4.3.3.2. Medidas de Rotação – Giroscópio

### **Bibliografia:**

Grant R. Fowles – Introduction to Modern Optics – Dover Books on Physics (1989).

Jaime Frejlich – ÓPTICA – Oficina de Textos (2011)

Eugene Hecht – OPTICS – Addison Wesley (2001)

Warren Smith – Modern Optical Engineering – Mc Graw Hill (2008)

**F 349 (04) : Introdução à Teoria de Informação: Aspectos clássicos e quânticos**

OF:S-1 T:04 P:00 L:00 O:00 D:00 HS:04 SL:04 C:04 EX:S

**Pré-Req.:** F 789

**Ementa:** Definição de informação; entropia, entropia relativa e informação mútua; redundância de códigos; princípios de codificação e capacidade de canais; ruído térmico em sistemas físicos; detecção e correção de erros; princípios de mecânica quântica, definição de canais quânticos, origem de ruídos em sistemas de comunicação e informação quânticos; códigos quânticos de correção de erros; introdução à criptografia.

**F 449 (04) : Lasers e Aplicações**

OF:S-1 T:00 P:00 L:04 O:00 D:00 HS:04 SL:04 C:04 EX:S

**Pré-Req.:** F 429 / F 589

**Ementa:** Fundamentos e partes do laser. Cavidades ópticas: traçados de raios, matrizes e lei ABCD, ressonância, feixes Gaussianos. Meio ativo: interação de radiação com matéria, coeficiente de ganho, alargamento de linhas espectrais. Dinâmica laser: limiar de oscilação, saturação do ganho, eficiência, mecanismos de excitação, características espectrais. Regimes de operação: chaveamento-Q e mode-locking. Tipos de lasers (estado sólido, semiconductor, gás), tipos de cavidades, laser contínuos e pulsados. Componentes ópticos: etalons, filtros birrefringentes, cristais não-lineares, prismas, redes e espelhos dispersivos para compensação de dispersão da velocidade de grupo. Aplicações científicas do laser (resfriamento a laser, medidas extremamente precisas, holografia, etc). Uso de lasers em telecomunicações; Aplicações em medicina e biofotônica. Aplicações industriais: processamento de materiais (corte, solda e marcação); metrologia, instrumentos a laser.

**Programa:**

Introdução Revisão de eletromagnetismo; fundamentos e partes de um laser; história, ex: o maser de amônia.

Cavidades ópticas

- Traçado de raios em sistemas ópticos; matrizes ABCD; condição de estabilidade de cavidades ópticas; diagrama de estabilidade de cavidades ópticas; tipos de cavidades.
- Feixes Gaussianos; lei ABCD; qualidade do feixe e fator M<sup>2</sup>; lei ABCD aplicada a cavidades ópticas; projetando cavidades ópticas.
- Feixes ópticos em guias de onda.
- Ressonância em cavidades ópticas; etalons, cavidades de Fabry-Perot, e cavidades em anél com e sem perdas.
- Fator de qualidade, finesse, largura da ressonância e tempo de vida dos fótons na cavidade; ressonância de modos de Hermite-Gauss; acoplando luz em cavidades ópticas: casamento de impedância;
- Cavidade óptica com ganho.



O meio ativo Interação da radiação com matéria, coeficientes de Einstein; coeficiente de absorção ou ganho; Lei de Beer; inversão de população e amplificação; mecanismos de alargamento de linhas espectrais.

Meio ativo + cavidade óptica + excitação: dinâmica laser

- Oscilação laser e amplificação em meios com alargamento homogêneo; limiar de oscilação; saturação do ganho em meio com alargamento homogêneo; condições para inversão de população.

- saturação do ganho em meios com alargamento inhomogêneo; amplificação da emissão espontânea (ASE).

- Eficiência; mecanismos de bombeamento; lasers de 3 e 4 níveis; o laser contínuo (cw) em anél; largura de linha mínima de um laser (Schawlow-Townes); otimizando a extração de luz (output coupling).

- Dinâmica laser; interação entre fótons e átomos em cavidades ópticas; spikes e oscilações de relaxação (relaxation oscillations). Modos de operação laser: chaveamento do fator de qualidade (Q-switching); Q-switching rápido e lento; Mode-locking e geração de pulsos ultracurtos; mode-locking ativo e passivo; Kerr-lens mode-locking; automodulação de fase; chirp e fase espectral; métodos de análise de pulsos ultracurtos: autocorrelador, FROG, SPIDER, GRENOUILLE, MIIPS; fase óptica entre pulsos (carrier-to-envelope offset frequency) e controle. Análise de alguns lasers específicos (Nd:YAG, semicondutores, etc).

Aplicações selecionadas

Resfriamento a laser, medidas de frequências ópticas, geração de UV e raios X através de altos harmônicos, telecomunicações ópticas, medicina e biofotônica, aplicações industriais (processamento de materiais, corte, solda e marcação).

## **F 549 (02) : Fontes Alternativas de energia**

**Pré-Req.:**

OF:S-6 T:02 P:00 L:00 O:00 D:00 HS:02 SL:02 C:02 EX:S

**Ementa:** Fontes de Energia Renovável, Combustíveis alternativos: Biodiesel, Bioetanol. Células Solares. Usinas Nucleares. Energia Eólica. Estudos de Impactos Ambientais.

### **1. Fontes de Energia Renovável**

#### **1.1 Fontes de Energia Renovável e não-Renovável**

##### **1.1. Energia Hidroelétrica**

###### **1.1.1 Usinas Hidrelétricas - Funcionamento**

###### **1.1.2 Utilização de Hidrelétricas no Brasil e no Mundo**

##### **1.2. Energia Eólica**

###### **1.2.1.Princípio de funcionamento – Parques Eólicos e aerogeradores**

###### **1.2.2. Utilização de Energia Eólica no Brasil e no Mundo**

##### **1.3 Energia Solar**

###### **1.3.1 Conversão fotovoltaica**

###### **1.3.2 Células e painéis solares**

###### **1.3.3 Utilização de Energia Solar no Brasil e no Mundo**

##### **1.4 Energia Nuclear**

- 1.4.1 Radiatividade e Materiais Radioativos
- 1.4.2 Usinas Nucleares
- 1.4.3 Utilização da Energia Nuclear no Brasil e no Mundo

## **2. Combustíveis Alternativos**

- 2.1. Etanol x Gasolina x óleo diesel no Brasil e no mundo
- 2.2. Biocombustíveis

## **3. Estudos de Impactos Ambientais**

- 3.1. Crescimento populacional e demanda por Energia
- 3.2. Conscientização, Economia e Racionamento
- 3.3. Impactos ambientais da ampliação do parque energético no Brasil e no mundo

### **Bibliografia:**

1. Jucy Neiva, Fontes Alternativas de Energia,. SEGUNDA EDIÇÃO - 1987 - 155 PAG - Editora Maity Comunicação.
2. Barry Commoner, Energias Alternativas - Editora: Record (1986)
3. Michael L. Ross, The Oil Curse: How Petroleum Wealth Shapes the Development of Nations, Princeton University Press, USA (2012).
4. Ugo Bardi, The limits of growth revisited, Springer, NY – USA – 2011
5. Paul Kruger, Alternative Energy Resources : The Quest for Sustainable Energy, Wiley – New Jersey – USA – 2006.

### **F 749 (04) : Engenharia de materiais estruturados e dispositivos**

OF:S-1 T:04 P:00 L:00 O:00 D:00 HS:04 SL:04 C:04 EX:S

**Pré-Req.:** F 888

**Ementa:** Técnicas de preparação e caracterização de filmes finos e materiais nanoestruturados. Nanomagnetismo. Técnicas de Microscopia, STM e AFM. Engenharia de dispositivos e funcionalização.

### **Programa:**

Exemplos de diferentes materiais nanoestruturados: filmes finos, nanopartículas, nanofios, nanoestruturas ordenadas.

Técnicas de fabricação de nanoestruturas de interesse. Métodos físicos de deposição, métodos químicos de deposição, métodos eletroquímicos, técnicas de litografia (ótica e eletrônica), nanoestruturação por feixe de íons.

Técnicas de caracterização de nanoestruturas de interesse. Técnicas de microscopia: eletrônica de varredura e tunelamento, microscopia de força atômica e magnética. Raios-X e magnetometria.

Nanomagnetismo. Ordem magnética, anisotropia magnética (cristalina, de forma, magnetoelástica), domínios magnéticos, modelo de Stoner-Wholfarth, superparamagnetismo, interações magnéticas em nanoestruturas, vidros de spin.

Propriedades físicas de interesse oriundas da nanoescala: Transporte eletrônico, propriedades mecânicas, magnéticas, magnetotransporte.

Aplicações tecnológicas: catálise, sensores, gravação e transporte de informações, *spintrônica*, semicondutores magnéticos, sistemas biológicos, computação quântica.

Técnicas de fabricação de alguns dispositivos, multifuncionalidade, sistemas nanoestruturados híbridos e funcionalização de nanoestruturas para aplicações específicas.

### **Bibliografia:**

Chikazumi: Physics of magnetism.

Cullity: Introduction to magnetic materials.

J.L. Dormann, D. Fiorani, E. Tronc, /Magnetic Relaxation in Fine-Particle Systems/,Advances in Chemical Physics, \*98\*, 283-494 (1997).

A.P. Guimarães: Principles of nanomagnetism.

### **F 849 (04) – Instrumentação científica**

OF:S-6 T:00 P:00 L:04 O:00 D:00 HS:04 SL:04 C:04 EX:S

**Pré-Req.:** F 540 / EE530

Aquisição de medidas experimentais eletronicamente: conversão de medidas experimentais em sinais elétricos (corrente ou tensão), medidas de corrente, medidas de tensão, amplificadores, conversão de corrente em tensão, amplificadores "lock-in", conversão de sinal analógico em digital, comunicação entre sistemas de aquisição e computadores, protocolos de comunicação, programas para controle de experimentos e aquisição de dados.

### **Programa:**

Aquisição de medidas experimentais eletronicamente: conversão de medidas experimentais em sinais elétricos (corrente ou tensão), medidas de corrente, medidas de tensão, amplificadores, conversão de corrente em tensão, amplificadores "lock-in", conversão de sinal analógico em digital, comunicação entre sistemas de aquisição e computadores, protocolos de comunicação, programas para controle de experimentos e aquisição de dados.

Conversão de medidas experimentais em sinais elétricos:

1. O que são sensores transdutores;
2. Sensores de Temperatura;

3. Sensores de Luz;
4. Sensores de Campo Magnético;
5. Sensores de Conformação Mecânica;
6. Sensores de Pressão;
7. Sensores de Deslocamento;
8. Sensores de Rotação.

Amplificadores operacionais:

1. Amplificador operacional inversor e não inversor;
2. Conversão de corrente em tensão;
3. Operações matemáticas usando amplificador operacional;
4. Filtros ativos.

Geradores de onda usando amplificadores operacionais:

1. Base de tempo para medidas experimentos;
2. Gerador de onda quadrada simétrica e assimétrica;
3. Gerador de onda senoidal usando ponte de Wien.

Medidas de sinais elétricos:

1. Conversão de sinal analógico em digital;
2. Medidas de tensão;
3. Medidas de corrente;
4. Medidas de sinais elétricos usando amplificador "lock-in".

Comunicação entre sistemas de aquisição e computadores:

1. Comunicação serial RS232;
2. Comunicação serial TCP/IP.

Programas para controle de experimentos e aquisição de dados:

1. Exemplos de linguagens de comunicação para controle de experimentos e aquisição de dados;
2. Introdução à linguagem de comunicação aberta TCL/TK.

Parte experimental

Projeto e montagem de um sistema de medida de uma grandeza física como, por exemplo, temperatura. Esta atividade será desenvolvida ao longo do curso segundo os conceitos introduzidos.

### **Bibliografia:**

- "Modern Instrumentation for Scientists and Engineers" James A. Blackburn  
"Eletrônica Analógica Essencial para Instrumentação Científica" Ademarlaudo F. Barbosa  
"The Art of Electronics" P. Horowitz e W. Hill  
"Eletrônica - Dispositivos e Circuitos" J. Millman e C.C. Halkias  
"Eletrônica" A. P. Malvino  
"Dispositivos Eletrônicos e Teoria de circuitos" R. L. Boylestad e L. Nashelsky  
"Microeletrônica" Adel S. Sedra e K. C. Smith

**F 949 (12) : Estágio em Engenharia Física**

OF:S-2 T:00 P:04 L:00 O:08 D:00 E:00 HS:12 SL:04 C:12 EX:S

**Pré-Req.:** AA475

**Ementa:** Estudos de situações reais em engenharia, acompanhamento de projeto, fabricação, especificação, montagem, programação, configuração e teste de equipamento, junto a empresas e centros de pesquisa credenciados pela Universidade.

**Programa**

O Estágio Curricular em Engenharia Física, seguindo o exemplo de programas de estágios das Unidades da Unicamp, visa oferecer ao aluno a oportunidade de adquirir experiência profissional direta, fora da Universidade, antes de se formar.

A disciplina possui um professor responsável que auxiliará o aluno a encontrar um orientador/supervisor para a realização do estágio junto as empresas, laboratórios e centros de pesquisas credenciados pela Unicamp.

O aluno desenvolverá um projeto técnico-científico, em situações reais de engenharia, acompanhamento de projeto, fabricação, especificação, montagem, programação, configuração e testes de equipamento, etc.

O trabalho do aluno será avaliado pelo orientador do estágio e pelo professor responsável.