

EE

ENGENHARIA ELECTRÓNICA



**PROPOSTA DE ADEQUAÇÃO
DO CURSO NO CONTEXTO DA DECLARAÇÃO DE BOLONHA,
PARA 2º CICLO DE ESTUDOS**

MEE

MESTRADO EM ENGENHARIA ELECTRÓNICA



10 de Abril de 2006

Departamento de Engenharia Electrotécnica e Computadores

Índice

1	ENQUADRAMENTO ESTRATÉGICO DA LEE	4
1.1	Conceito e Objectivos da Electrónica	4
1.2	A Actual Engenharia Electrónica	5
1.2.1	Objectivos Gerais da EE	6
1.2.2	Objectivos Operacionais	7
1.2.3	Conhecimentos Fundamentais a Adquirir	8
2	A ADEQUAÇÃO DA LEE AO ESPÍRITO DA DECLARAÇÃO DE BOLONHA	10
2.1	Adequação da LEE	10
2.1.1	Competências dos Alunos à Entrada	10
2.1.2	Modelo de Formação em 2 Ciclos	11
2.1.3	Justificação da Duração dos Ciclo de Estudos	11
2.1.4	Objectivos Fundamentais dos Ciclos de Estudo	12
2.1.4.1	Objectivos do 1º Ciclo	12
2.1.4.2	Objectivos do 2º Ciclo:	12
2.1.5	Estrutura Curricular	13
2.1.5.1	Atribuição de Créditos a Cada Unidade Curricular	13
2.1.5.2	Fundamentação da Atribuição de Créditos a Cada Unidade Curricular	14
2.1.5.3	Competências Adquiridas	14
2.1.5.4	Objectivos Fixados no nº 4 do Artº 18º do Anteprojecto de Decreto Lei	17
2.1.5.5	Comparação de Currículos de Escolas Estrangeiras	18
2.1.5.6	Incorporação de Recomendações da Avaliação Externa na Organização do Ciclo de Estudos	19
3	PROPOSTA PARA O SEGUNDO CICLO DE ESTUDOS	20
3.1	Objectivos do 2ºciclo da EE	20
3.2	Designação do Curso	20
3.3	Competências a Desenvolver no MEE	20
3.4	Organização Curricular do MEE	21
3.4.1	Disciplinas Base do MEE	21
3.4.2	Disciplinas de Opção do MEE	22
3.4.3	Competências Transversais	23
3.4.4	Dissertação de Mestrado ou Projecto Supervisionado	24
3.5	Metodologias de Ensino no MEE	24
3.6	Metodologias de Avaliação no MEE	25
3.7	Precedências de Unidades Curriculares	25
3.8	Equivalências de disciplinas para o MEE	26
4	ANEXOS	28
4.1	ANEXO I – Plano Curricular	28
4.1.1	PLANO CURRICULAR DO MEE - Mestrado em Engenharia Electrónica	28
4.1.2	Mestrado em Engenharia Electrónica – MEE (Disciplinas de Opção)	29
4.1.2.1	Regras para o Funcionamento das Opções do 2º ciclo.	29
4.1.2.2	Regras para o Funcionamento das Opções dos Grupos A e B.	29
4.2	ANEXO II - Tipologia das Aulas	30
	Caracterização Típica dos Planos Curriculares do IST	30

1 ENQUADRAMENTO ESTRATÉGICO DA LEE

1.1 Conceito e Objectivos da Electrónica

A Electrónica é uma área da engenharia onde se desenvolve um conjunto de técnicas de projecto, fabricação e ensaio de dispositivos e sistemas que são baseados na exploração das propriedades electromagnéticas dos materiais. A Electrónica cobre, portanto, o desenvolvimento de novos dispositivos básicos, a sua associação em sistemas electrónicos, e as técnicas computacionais de análise, projecto, síntese, fabricação e ensaio de sistemas - CAD electrónico (CAD de *Computer Aided Design*).

Os sistemas electrónicos modernos são extremamente complexos pois a evolução tecnológica tem permitido realizar sistemas onde se integram circuitos analógicos, altamente sensíveis, convivendo com circuitos digitais operando a frequências extremamente elevadas com sofisticados circuitos de potência. Estes circuitos podem ser associados em processadores ou em sistemas programáveis, que requerem uma alta eficiência energética e onde a operação dos vários tipos de circuitos faz surgir uma grande variedade de problemas interdisciplinares: térmicos, eléctricos, electromagnéticos, mecânicos, etc.

A Electrónica tem tido um enorme impacto nas sociedades ao proporcionar os meios para o desenvolvimento dos sistemas de comunicações entre os povos, podendo-se destacar os modernos sistemas de comunicação sem fios. Têm sido desenvolvidos sistemas extremamente complexos, ao nível do projecto e da tecnologia de realização, que requerem o projecto de arquitecturas e o desenvolvimento de circuitos e dispositivos com um consumo de energia extremamente reduzido. As técnicas de projecto e de realização destes sistemas requerem ferramentas de desenvolvimento muito avançadas, uma optimização do compromisso *hardware e software* usado, a realização de sistemas embebidos e mecanismos de gestão de consumo de energia muito avançados. A produção em massa destes sistemas permite disponibilizá-los a custos muito reduzidos, generalizando a sua utilização. Estas técnicas de produção em massa sem grandes falhas são desenvolvidas pelos especialistas de electrónica.

A Electrónica tem vindo a ser introduzida na maior parte dos sistemas modernos, originalmente desenvolvidos pelas engenharias tradicionais, com benefícios enormes para o utilizador. A penetração da electrónica nas áreas clássicas das engenharias manifesta-se ao nível de sistemas de gestão e controlo dos sistemas e na introdução de uma grande quantidade de dispositivos inteligentes de segurança e de conforto para o utilizador. Hoje em dia, a Electrónica é ubíqua, a ponto de se tornar quase invisível, tal a familiaridade que com ela adquirimos, de forma quase imperceptível, nos objectos e ambientes em que ela toma posição e que fazem parte do nosso quotidiano. Em muitos casos a Electrónica assume mesmo um papel predominante, tornando-se o motor imprescindível do desenvolvimento.

Como exemplo, talvez mais comum, refere-se o papel que a electrónica tem tido na indústria automóvel, onde tem actualmente um papel que ombreia com o da engenharia mecânica. Por exemplo, na área das motorizações, os maiores avanços têm sido conseguidos à custa da electrónica que suporta o desenvolvimento de dispositivos e sistemas reconfiguráveis ou programáveis, que têm permitido as grandes melhorias ao nível de aumento de potência, de melhoria da eficiência energética e da redução da poluição ambiental. Estes melhoramentos são acompanhados do desenvolvimento de técnicas de monitorização e de autoteste automático, que permitem um funcionamento seguro dos motores. A maior parte dos fabricantes de automóveis têm em estudo motorizações híbridas ou completamente eléctricas que só serão possíveis pela utilização de sistemas electrónicos extremamente sofisticados (ao nível de complexidade, robustez, configurabilidade e compactidade).

Há avanços extraordinários em novas e emergentes áreas da engenharia, que resultam da combinação frutuosa da micro e nano-electrónica e da informática com a biologia, a química e a medicina. Esta colaboração tem conduzido a novos dispositivos (bio-sensores, *biochips*, *mems*, *smart sensors*, etc.) e a novos sistemas (*Lab-on-Chip*, próteses e implantes electrónicos sem fios, etc.). A tecnologia electrónica é o grande motor de desenvolvimento destas novas áreas.

No passado, à indústria electrónica nacional associava-se a ideia de empresas multinacionais vocacionadas para a exploração de mão de obra barata. O cenário está, felizmente, a mudar pois assiste-se à criação de gabinetes de projecto e ao desenvolvimento de empresas multinacionais da área da electrónica, que empregam centenas de engenheiros, tirando partido da reconhecida competência técnica dos engenheiros portugueses. Várias pequenas e médias empresas têm também surgido na área da electrónica e atingido grande sucesso internacional. No mundo global em que estamos inseridos, as ferramentas fundamentais para o sucesso são: iniciativa, criatividade, trabalho e acesso a tecnologias avançadas onde a electrónica ocupa, seguramente, uma posição de relevo.

A investigação na área da electrónica, aliada à capacidade de passar dos resultados da investigação para a prática, são ferramentas extremamente importantes no desenvolvimento tecnológico dos países, pois permitem criar rapidamente novos produtos e serviços de elevado valor acrescentado. Hoje em dia, o sucesso na área da electrónica só pode ser alcançado por uma forte aliança entre o ensino universitário e as empresas na área da electrónica.

1.2 A Actual Engenharia Electrónica

O Departamento de Engenharia Electrotécnica e de Computadores (DEEC), do Instituto Superior Técnico (IST) iniciou, em 2001, uma estratégia que se traduziu na criação duma nova licenciatura, com uma base de cariz interdisciplinar e com uma forte componente tecnológica terminal: a **Licenciatura em Engenharia Electrónica** (LEE). A LEE funciona no campus do IST Taguspark - um local que é reconhecidamente ideal para promover uma forte ligação ao tecido empresarial nas áreas tecnológicas.

Dado que os sistemas electrónicos modernos são extremamente complexos, um engenheiro electrónico tem de possuir conhecimentos com uma forte componente de interdisciplinaridade em várias áreas de engenharia, essenciais para o projecto desses sistemas electrónicos.

Tirando partido da sua pequena dimensão (*numerus clausus* de 35 alunos) a LEE tem vindo a implementar técnicas inovadoras de ensino, aproveitando todas as oportunidades para reforçar a aprendizagem dos alunos.

Essa interdisciplinaridade tem sido promovida através de uma grande ligação e colaboração entre disciplinas no mesmo semestre, nomeadamente em trabalhos e experiências comuns, tentando quebrar a típica independência das disciplinas existente no ensino superior. É ao nível experimental, de projecto e laboratorial, que se tem feito um grande esforço e se têm conseguido os melhores resultados.

Na LEE foram criadas novas experiências pedagógicas que permitem o acompanhamento dos alunos com um ambiente de aplicação prática de conhecimentos, desde o primeiro semestre do curso até semestres mais avançados. Destaca-se o projecto SUBA (<http://lee.tagus.ist.utl.pt/SUBA/index.htm>) que tem sido usado nas disciplinas de Sistemas Digitais, Arquitecturas de Computadores e Algoritmos e Estrutura de Dados, onde os alunos desenvolvem trabalhos criativos incluídos na avaliação das disciplinas e onde desenvolvem o espírito competitivo participando em provas criativas nos chamados troféus (<http://lee.tagus.ist.utl.pt/SUBA/trofeus.htm>). O SUBA foi usado na disciplina de Desenho e

Modelação Geométrica, onde os alunos fizeram modelos 3D, e vai ser usado, mais adiante, nas disciplinas de especialização em electrónica e telecomunicações, no desenvolvimento de novos circuitos e de sistemas inteligentes de controlo e comunicação. Está em desenvolvimento, em colaboração com a Química, um modelo de SUBAH eléctrico com a energia gerada por pilhas baseadas em células de combustível (Hidrogénio), desenvolvidas no IST Taguspark. Também foram criadas experiências para o estudo da Física, com o Subódromo (<http://lee.tagus.ist.utl.pt/SUBA/subodromo.html>), onde podem ser feitas mais de 20 experiências, quer com o SUBA quer com um sistema de Rolos deslizantes (<http://lee.tagus.ist.utl.pt/SUBA/fisica.htm>). Estas experiências foram inicialmente desenvolvidas para a LEE, e têm vindo a ser também aplicadas a outras licenciaturas do IST a funcionar no Taguspark, primeiro à LEGI e, mais recentemente, à LERCI e à LEIC.

Estas experiências pedagógicas fazem parte de um plano da LEE (<http://lee.tagus.ist.utl.pt/SUBA/leeestrategia.htm>) para aproveitar bem todos os espaços de leccionação, de modo a introduzir uma forte interdisciplinaridade que um engenheiro electrónico precisa de ter para aplicar os seus conhecimentos ao variado leque de aplicações dos sistemas electrónicos. Neste plano, e em colaboração com a LERCI, tem-se desenvolvido vários modelos de ensino integrado (Projectos, Experiências e Laboratórios, ver <http://lee.tagus.ist.utl.pt/ensinointegrado.html>). A LEE posiciona-se assim, ela própria como uma grande experiência de ensino integrado universitário destinado a formar profissionais dotados da capacidade de projectar e construir sistemas com componentes diversas e grande interacção entre elas.

Paralelamente às experiências pedagógicas que estão a ser implementadas, está-se a desenvolver meios laboratoriais, muito avançados, aproveitando as medidas de melhoria de qualidade de ensino (MQDE) para construir oficinas no IST Taguspark, que permitam realizar pequenas peças com máquinas normais e de comando numérico (CNC). Destaca-se a fábrica de circuitos impressos que permite fabricar circuitos multicamada (até 8 camadas) com alta resolução, onde os alunos podem fazer protótipos de placas de circuito impresso e montar circuitos usando micro componentes electrónicos por processos semelhantes aos encontrados na indústria actual mais avançada. Está, também, em construção uma estação de rastreio de satélites (já foi legalizada pelos organismos oficiais) que permitirá realizar comunicações espaciais e constituirá um ambiente de desenvolvimento de sistemas electrónicos de controlo e de comunicações, em parcerias internacionais, que beneficiarão todas as licenciaturas do IST no Taguspark, nomeadamente a LEE, a LERCI e a LEIC, aproximando, assim, o ensino universitário da realidade tecnológica avançada e muito em particular a requerida pelas comunicações espaciais.

1.2.1 Objectivos Gerais da EE

A Engenharia Electrónica contempla um perfil de engenheiro com um espectro largo de conhecimentos e capacidades, centrado na tecnologia dos componentes, equipamentos e sistemas electrónicos, em todas as suas vertentes. Sem deixar de incluir os conhecimentos de *software* e de sistemas de informação, actualmente indispensáveis em qualquer ramo de engenharia, a nova licenciatura incide, especialmente, sobre o suporte material dos sistemas de comunicação, de controlo ou de medida e sobre o *hardware* dos sistemas informáticos.

Procura-se, quer pelas áreas científicas envolvidas, quer pela perspectiva dada ao ensino e à sua organização, estimular a capacidade de realização material, fornecendo aos alunos os conhecimentos necessários à finalização dos equipamentos e sistemas: para além do projecto, são contemplados o teste, a fiabilidade, a qualidade e outros aspectos ligados à produção industrial. Este é o perfil que se adapta às necessidades do mercado de trabalho identificadas na análise do enquadramento estratégico que foi feita quando da criação da LEE em 2003.

Para além das disciplinas base de Engenharia, é oferecido um conjunto de conhecimentos ligados aos aspectos nucleares da Engenharia Electrotécnica, mas orientados para os problemas mais ligados aos Sistemas Electrónicos. É central a opção de oferecer conhecimentos em áreas complementares, o que leva a buscar a colaboração de outros departamentos, para lá do DEEC, como é o caso dos de Engenharia Informática e de Engenharia Mecânica, do Departamento de Engenharia e Gestão, para além dos departamentos de Matemática, Física e Química.

A organização do curso permite que, a par de uma sólida formação de base, haja, na fase terminal, a possibilidade de formatar a aprendizagem de acordo com opções mais definidas do estudante ou de oportunidades de mercado percebidas ou mesmo assumidas em parceria com empregadores particularmente relevantes. É esse o papel das cadeiras de opção que podem ser ajustadas e organizadas de modo ao aluno poder optar entre grupos coerentes de cadeiras que darão a tónica final do seu perfil de formação.

A optimização de recursos docentes foi também preocupação na concepção deste curso, como é necessário na actual conjuntura. Assim, e sempre que possível, procura-se compatibilizar as necessidades identificadas com as disciplinas já previstas para outras licenciaturas no pólo do Taguspark.

Estes objectivos da Engenharia Electrónica reflectem uma visão diferenciada em relação à Área de Especialização em Sistemas Electrónicos da Licenciatura em Engenharia Electrotécnica e de Computadores (LEEC) que também é oferecida pelo DEEC em colaboração com outros Departamentos no campus da Alameda Afonso Henriques, em Lisboa. Embora a LEE, tenha, naturalmente, fortes pontos de contacto com a Electrotecnia e os Computadores, foi concebida de início tendo em vista a formação de profissionais de engenharia capazes de intervir num conjunto significativo de actividades com características diferenciadas envolvendo essencialmente a Electrónica, o que significa a capacidade de materializar e de realizar sistemas num ambiente de proximidade com a indústria. Como resultado, identificam-se diferenças significativas entre a LEE e a LEEC não só ao nível estrutural e organizacional dos cursos e das disciplinas que são distintas nos respectivos planos de estudo, mas também nos programas e objectivos de disciplinas que são comuns às duas licenciaturas.

1.2.2 Objectivos Operacionais

O novo modelo de formação em Engenharia Electrónica deve formar profissionais habilitados para:

- Projectar, preparar, fabricar, ensaiar e manter em funcionamento equipamentos e sistemas electrónicos;
- Seleccionar, instalar, programar e manter equipamentos electrónicos incluindo módulos específicos para integração em sistemas mais complexos;
- Conceber, instalar, configurar, programar e manter sistemas completos, com utilização de equipamento heterogéneo disponível comercialmente e módulos concebidos especificamente para integração nos sistemas.
- Desenvolver investigação avançada na área da engenharia electrónica;
- Desenvolver investigação fundamental e aplicada nas novas tecnologias;
- Projectar *hardware* digital e analógico, incluindo equipamento para rádio-frequência;
- Desenvolver o *software* requerido por esses equipamentos;

- Utilizar a tecnologia e processos de fabrico mais apropriados para os materiais e componentes envolvidos;
- Optimizar a fiabilidade e a qualidade de equipamentos e sistemas;
- Interagir com profissionais de outras áreas com vista à produção industrial, no contexto de empresas industriais de perfil variado;
- Efectuar a selecção, instalação, configuração, programação e manutenção dos equipamentos e sistemas de suporte em instalações industriais;
- Produzir documentação técnica e comunicar, quer com outros elementos das equipas de trabalho, quer com clientes, fornecedores e a sociedade em geral, numa ou em várias línguas e modos de expressão;
- Actuar eficazmente mas com a preocupação de estabelecer soluções sujeitas a constrangimentos de natureza económica, social, ética e ambiental numa perspectiva de desenvolvimento sustentável do mundo moderno;
- Adaptar-se às mudanças tecnológicas e às alterações do tipo de actividade ao longo da vida profissional.

1.2.3 Conhecimentos Fundamentais a Adquirir

As competências acima referidas requerem a aprendizagem e a assimilação de vários conceitos, nomeadamente:

- ***Conhecimentos básicos de carácter científico e tecnológico***
 - Saber aplicar os conhecimentos adquiridos de forma a resolver problemas e a evidenciar uma abordagem profissional ao trabalho desenvolvido no âmbito da concepção de produtos, equipamentos e sistemas sujeitos a condicionalismos tecnológicos, económicos, sociais e ambientais.
- ***Capacidade de trabalhar em equipa***
 - Capacidade para perceber a sua função e colaborar na definição e cumprimento de objectivos pluridisciplinares da actividade de equipas de engenharia;
- ***Capacidades de liderança e atitude de aprendizagem***
 - Capacidades de liderança baseadas na segurança dos conhecimentos técnicos e na compreensão das relações entre elementos de equipas de modo a conseguir congregar o esforço de várias competências participantes.
 - Capacidades de aprendizagem que lhes permitam uma formação contínua autónoma, ao longo da vida, com o objectivo de se manter actualizado e de possuir uma visão alargada sobre os diferentes domínios da engenharia.
- ***Capacidade de conceber, inovar, projectar e de assumir responsabilidades profissionais***
 - Saber aplicar os conhecimentos e a sua capacidade de compreensão e de resolução de problemas em situações novas ou desconhecidas, em contextos alargados e multidisciplinares.
 - Capacidade para integrar conhecimentos, lidar com questões complexas, desenvolver soluções ou emitir juízos em situações de informação limitada ou incompleta, incluindo reflexões sobre as implicações e responsabilidades éticas e sociais que resultem ou condicionem essas soluções e esses juízos.

- Capacidade para mudar os princípios, métodos e técnicas de execução actuando de forma crítica e criativa.

2 A ADEQUAÇÃO DA LEE AO ESPÍRITO DA DECLARAÇÃO DE BOLONHA

A definição pelo IST dos modelos curriculares a adoptar no âmbito da declaração de Bolonha veio despoletar a necessidade de reestruturar a LEE, de forma a adaptar a formação ao modelo de dois ciclos, preconizado pela Comissão Coordenadora do Conselho Científico do IST em 2005. A actual LEE está agora no 2º semestre do 3ºano, mas a transição para o modelo estabelecido no processo de Bolonha introduz algumas mudanças no modelo global da formação, para além de ajuste curriculares pontuais, que decorrem da evolução do conhecimento científico e da rápida actualização tecnológica na área da electrónica.

O processo de Bolonha tende a uniformizar as formações de nível superior no espaço Europeu, através da adopção dum modelo de ensino baseado no desenvolvimento das competências e regulamentado por um sistema de créditos que facilita a mobilidade estudantil entre diferentes Universidades, dentro de áreas de formação afins. Este fenómeno representa um desafio muito grande, ao qual só é possível responder com cursos de grande qualidade e poder de atracção de alunos, devendo o IST competir com as melhores escolas europeias na captação dos melhores alunos. Neste contexto, no processo de Adequação foi fundamental a análise de currículos de Universidades Europeias prestigiadas que oferecem formação em Electrónica, a par dos estudos anteriores que justificaram a criação da LEE para suprir lacunas de formação nos licenciados.

O processo de Bolonha é uma excelente oportunidade para o IST se consolidar como Escola de prestígio, concorrendo num espaço europeu com cursos de qualidade capazes de fornecer, não apenas a já tradicional forte componente de formação de base, mas também, uma forte formação nas áreas mais tecnológicas. Trata-se de um desafio exigente, ao qual urge dar uma resposta cabal que permita posicionar a Escola e os seus formandos num patamar de qualidade inquestionável, requisito indispensável para o reconhecimento que se pretende atingir. É no eixo dessa aposta que se situa a LEE, suportada em conceitos pedagógicos inovadores e posicionando-se como uma licenciatura capaz de formar profissionais com capacidade de intervenção directa e decisiva no tecido industrial português e europeu.

No caso Português, verifica-se também um atraso significativo no desenvolvimento industrial, traduzido por um deficiente nível de formação tecnológica, que só poderá ser colmatado com a adopção de uma estratégia de formação avançada associada à formação contínua dos profissionais e a uma estratégia de ensino superior suportada numa forte ligação ao mundo empresarial como a LEE defende nos seus objectivos principais.

Finalmente, o presente documento tem também como preocupação de aproveitamento dos recursos, quer materiais quer humanos, a par da renovação e actualização no contexto europeu. A proposta tem este ponto em consideração, melhorando a oferta mas limitando o número de novas disciplinas que é necessário criar e gerir, tendo em atenção que a actividade do IST continuará a estar dividida em dois campus: Alameda e Taguspark.

2.1 Adequação da LEE

Este documento visa estruturar a oferta de formação do IST na área da Electrónica inserida no campus do Taguspark, dando resposta às questões do art. 53 do projecto lei de Adequação ao modelo de Bolonha.

2.1.1 Competências dos Alunos à Entrada

O IST, no seguimento da entrada em vigor da reforma do ensino secundário, decidiu estabelecer quais as provas de ingresso que serão exigidas para o acesso aos diferentes cursos no ano lectivo 2007/2008. Neste sentido, os alunos do ensino secundário que são potenciais

candidatos a frequentar o curso de engenharia electrónica do IST devem ser provenientes dos cursos científico humanísticos de ciências e tecnologias. Estes cursos do ensino secundário possuem 3 anos de formação em Matemática A e 2 anos de formação em Física e Química que podem, eventualmente, ser complementados com um ano de formação opcional em Física (12º ano) ou Química (12º ano). Os alunos destes cursos possuem igualmente 2 anos de formação específica em Geometria Descritiva ou Biologia e Geologia ou Aplicações Informáticas, 1 ano de formação em Técnicas de Informação e Comunicação, 3 anos de formação em Língua Portuguesa e numa língua estrangeira, frequentemente o Inglês, e 2 anos de formação em Filosofia.

Na prática do IST na leccionação das várias licenciaturas detectam-se as seguintes características comuns a muitos alunos do ensino secundário:

- Têm uma formação que é consequência do modelo de organização do ensino secundário, predominantemente baseado na transmissão de conhecimentos e muito pouco no desenvolvimento de competências;
- Têm uma capacidade de expressão oral e escrita muito reduzida;
- Revelam uma considerável falta de motivação para o estudo autónomo;
- Não têm metodologia de trabalho autónomo;
- Não têm capacidade de trabalho e frequentemente têm boas notas de entrada mas que foram obtidas sem terem de estudar muito, o que não acontece no ensino superior;
- Têm uma fraca preparação em Matemática e Física. A reforma do ensino secundário vai agravar os problemas de formação em Física na medida em que apenas são exigidos 2 anos de formação específica em Física e Química. A formação em Física correspondente ao 12º ano deixou de ser obrigatória.

2.1.2 Modelo de Formação em 2 Ciclos

De acordo com a estratégia definida pela CCCC-IST, e tendo em atenção a prática consolidada em Universidades Europeias de reconhecido mérito, a formação em engenharia electrónica é realizada em dois ciclos.

Propõe-se a conversão do curso anterior, Licenciatura em Engenharia Electrónica (LEE), para os dois ciclos seguintes:

- 1º Ciclo, conducente ao diploma de Licenciatura em Ciências de Engenharia Electrónica (LCEE), com a duração de 3 anos (6 semestres) correspondente à aquisição de 180 créditos ECTS;
- 2º Ciclo, conducente ao diploma de Mestre em Engenharia Electrónica (MEE), com a duração de 2 anos (4 semestres), correspondente à aquisição de 120 créditos ECTS.

2.1.3 Justificação da Duração dos Ciclos de Estudos

A justificação da duração dos ciclos de estudos propostos assenta nos seguintes argumentos:

Requisitos profissionais: A Ordem dos Engenheiros exige uma formação de Ensino Superior acumulada de 5 anos (ou 300 créditos) para uma formação que confira a capacidade e responsabilidade de intervenção a todos os níveis de actos de engenharia. Não é assim possível obter o reconhecimento da Ordem dos Engenheiros para a actividade profissional de um engenheiro de concepção e realização com uma formação de apenas 180 ECTS (3 anos ou 6 semestres).

Esta impossibilidade de formar engenheiros de concepção e realização em seis semestres resulta da necessidade de que os alunos adquiram competências num conjunto de domínios de conhecimento genéricos da engenharia e em particular da engenharia electrotécnica e mais

especificamente da engenharia electrónica moderna. Estas competências são adquiridas através de um conjunto de disciplinas de ciências base da engenharia, que ocupam os 6 primeiros semestres, e implicam pré-requisitos que não podem ser satisfeitos de outro modo.

As disciplinas da especialidade em engenharia electrónica apenas podem assim incluir-se nos planos curriculares dos 7º, 8º, 9º e 10º semestres, depois de adquiridas as bases dadas pelo 1º ciclo. Todavia, no 1º ciclo já se incluem disciplinas que dão uma boa introdução à Engenharia Electrónica moderna.

Prática consolidada na União Europeia: Muitas escolas de referência da União Europeia apenas atribuem graus relativos à Engenharia de Concepção e Realização ao fim de 5 anos de estudo. Mesmo nas situações em que há 2 ciclos, observa-se que o primeiro ciclo dá predominantemente uma formação em ciências de Engenharia, que já pode dar alguma competência para o mercado de trabalho mas não dá direito a um diploma de engenheiro de concepção e de realização.

2.1.4 Objectivos Fundamentais dos Ciclos de Estudo

Tendo como objectivo a adaptação da LEE a um modelo de funcionamento em dois ciclos, listam-se, de seguida, os objectivos fundamentais de cada um desses ciclos de estudo.

2.1.4.1 Objectivos do 1º Ciclo

- Dotar os alunos de uma sólida formação de base que lhes permita acompanhar a evolução dos conhecimentos e tecnologias ao longo de toda a sua vida profissional.
- Desenvolver métodos de ensino que reduzam as deficiências de formação manifestadas pelos alunos à entrada no ensino superior da engenharia (referidas na secção 2.1.1);
- Definir um ciclo em Ciências da Engenharia Electrónica, que proporcione uma forte formação de base, mas que também permita a mobilidade dos alunos, tanto para outras escolas, nacionais e europeias, como para o mercado de trabalho em que esta qualificação preliminar já possa ser útil.
- Dadas as especificidades da formação que advêm do elevado cariz interdisciplinar dos sistemas electrónicos, a formação de 1º ciclo é realizada através duma licenciatura em Ciências da Engenharia Electrónica, a qual conduz a um diploma intermédio, sem valor profissional reconhecido, mas que garante as condições de mobilidade entre cursos.
- Os objectivos mais específicos do 1º ciclo são em parte referidos nos objectivos da EE nas secções 1.2.1 e 1.2.2 deste documento de adequação da LEE ao espírito da declaração de Bolonha.

2.1.4.2 Objectivos do 2º Ciclo:

- Dotar os alunos de uma formação avançada em áreas de especialização, que lhes permita intervir, como especialistas e motores de inovação e criação de riqueza na indústria dos Modernos Sistemas Electrónicos.
- Criar um segundo ciclo em Engenharia Electrónica que, usando a forte formação de base dada pelo primeiro ciclo, tenha uma formação avançada e moderna em técnicas de projecto de sistemas com um largo espectro de aplicação nas várias áreas da engenharia e que recorrem à electrónica para a sua concretização material.
- Fornecer a formação académica necessária para a atribuição do título profissional de Engenheiro, conferido pela Ordem dos Engenheiros.
- Criar uma base sólida para a intervenção do IST na formação ao longo da vida, que representará uma componente cada vez mais importante do mercado da educação avançada.

- O segundo ciclo – Mestrado – conduz a um diploma final, com valor profissional, que permite a entrada no mercado de trabalho ou a continuação de estudos com vista à realização do doutoramento em áreas afins (Engenharia Informática ou Engenharia Electrotécnica). Os dois ciclos de formação propostos derivam da actual LEE (que está agora no 3º ano de vida).
- O ingresso no 2º ciclo em Engenharia Electrónica é possível para alunos provenientes de diversas formações de 1º ciclo, podendo ser necessário a realização de programas de adaptação (*Bridging Programs*), que não são especificados no presente documento.
- A possibilidade de manter a aprendizagem ao longo da vida profissional deve ser concretizada através das competências que os alunos adquirem durante a sua formação académica. No entanto, a Escola tem um papel fundamental a desempenhar neste domínio, devendo realizar Cursos de Formação Profissional de Pós-graduação, que permitam aos profissionais que estão no mercado uma actualização tecnológica consistente, de forma a fazer face à constante evolução a que se assiste na área dos sistemas electrónicos e a aumentar a sua competitividade no mercado internacional.
- Os objectivos mais específicos do 2º ciclo são e referidos nos objectivos da EE nas secções 1.2.1 e 1.2.2 deste documento de adequação da LEE ao espírito da declaração de Bolonha.

2.1.5 Estrutura Curricular

2.1.5.1 Atribuição de Créditos a Cada Unidade Curricular

A proposta curricular que se apresenta teve como base a nova legislação definida para a adequação ao modelo de Bolonha¹ e também normas internas definidas pelo Conselho Científico do IST e a medidas de esforço dos alunos resultantes de estudos do Conselho Pedagógico do IST.

A nova estrutura curricular está planeada de modo a que as disciplinas fundamentais da EE tenham uma composição adequada de disciplinas com 6 ECTS e 7,5 ECTS. As disciplinas com 7,5 ECTS têm normalmente associada uma componente de projecto que se traduz num esforço adicional dos alunos. Algumas disciplinas têm créditos inferiores a 6 ECTS e existem ainda unidades vocacionadas para a formação transversal caracterizadas por módulos com 1,5 ECTS. Os créditos ECTS atribuídos satisfazem os modelos propostos e aceites na comunidade europeia²

A LEE tem vindo a funcionar no campus do IST do Taguspark, onde estão implementados mecanismos pedagógicos de medição de esforço e das dificuldades encontradas pelos alunos nas várias disciplinas, tendo os programas sido dimensionados de acordo com esta experiência. Existe um controlo muito rigoroso do planeamento das actividades lectivas e de avaliações de conhecimento, ao longo do semestre, de modo a distribuir equilibradamente a carga de trabalho dos alunos na forma mais harmoniosa possível.

¹ - Decreto-Lei n.º 42/2005 de 22 de Fevereiro de 2005 – Princípios reguladores de instrumentos para a criação do espaço europeu de ensino superior.

- Despacho n.º 10 543/2005 (2ª série) de 11 de Maio de 2005 – Normas técnicas para a apresentação das estruturas curriculares e dos planos de estudos dos cursos superiores e sua publicação.

² ECTS USERS' GUIDE, Directorate-General for Education and Culture, EU, Brussels, 2005
http://europa.eu.int/comm/education/programmes/socrates/ects/guide_en.pdf.

O número de horas efectivas de ocupação presencial todas as unidades curriculares de cada semestre foi estabelecida em cerca de 25 horas para os primeiros 4 semestres (com 5 unidades curriculares cada) e de 22,5 horas para os restantes 6 semestres (com 4 unidades curriculares médias cada) da formação completa (1º e 2º ciclo).

Prevê-se um esforço médio de trabalho dos alunos de 5 horas para além das aulas, que adicionado ao número de horas de aulas por semana (em média 5 horas) conduz a um total de cerca de 10 horas de esforço por disciplina.

Admitindo em média 15 semanas de trabalho (incluindo o tempo de exames), serão 150 horas por disciplina, por semestre. Cada ECTS corresponde a cerca de 25 a 28 horas de trabalho. Assim, 150 horas correspondem a cerca de 6 ECTS, que é o valor médio atribuído para quantificar o índice de esforço nas diferentes disciplinas da LEE.

2.1.5.2 Fundamentação da Atribuição de Créditos a Cada Unidade Curricular

Pretende-se que no fim do inteiro período de formação, 10 semestres, os alunos estejam aptos à prática da engenharia na perspectiva de engenharia de concepção onde se inclui a necessária capacidade de realizar os sistemas concebidos, usando ferramentas e tecnologias actuais. Pretende-se, ainda, que estes formados sejam aceites como membros pela organização profissional nacional, isto é, a Ordem dos Engenheiros. Esta Ordem só permite a inscrição como seus membros, àqueles que tenham completado uma formação no mínimo de 10 semestres, correspondentes a 200 créditos ECTS. Este motivo justifica, só por si, que se considerem 10 semestres como o mínimo tempo de formação. Por outro lado, esta é a prática consolidada da maioria das Universidades do Espaço Europeu. Finalmente, o formato proposto segue a legislação e recomendações aplicáveis: 30 créditos ECTS por semestre, com um total de 180 créditos ECTS no 1º ciclo e 120 créditos ECTS no 2º ciclo. Todavia, considera-se que uma formação em dois ciclos pode permitir uma maior mobilidade de estudantes no espaço europeu tendo sido definidas uma estrutura de unidades curriculares que é compatível com a proposta de medição de ECTS aceite na União Europeia e que já foi referida anteriormente.

2.1.5.3 Competências Adquiridas

Relativamente aos dois graus: Licenciado (1º ciclo) e Mestrado (2º ciclo) em Engenharia Electrónica, os alunos que completem com êxito estes ciclo de estudo devem satisfazer os requisitos referidos de seguida.

A) Possuir conhecimentos e capacidade de compreensão numa área de formação a um nível que:

- *No 1º ciclo:*
 - *Sustentando-se nos conhecimentos de nível secundário, os desenvolva e aprofunde.*

O 1º ciclo assume um conhecimento em Matemática, Física e Química, adquirido ao nível do ensino secundário, sendo as sucessivas matérias elaboradas a partir desse pressuposto.
- *No 2º ciclo:*
 - *Sustentando-se nos conhecimentos obtidos ao nível do 1º ciclo, os desenvolva e aprofunde.*

O 2º ciclo assume verdadeiramente o papel de aprofundamento das matérias introduzidas no 1º ciclo, sendo as sucessivas matérias elaboradas a partir desse pressuposto. A formação permite alguma especialização mas deixa-se a liberdade de escolha de opções que podem vir a ter um grande impacto na engenharia electrónica moderna.

- *Corresponda e se apoie em materiais de nível avançado.*

Este cuidado existe e aplica-se à formação em cada um dos dois ciclos de estudos.

A bibliografia indicada para apoio às diversas disciplinas corresponde, sem margem para dúvida, em termos internacionais, a cursos de nível universitário, enquadrando-se pois neste requisito. Para além disso, existem materiais de ensino complementares, nomeadamente, séries de problemas e apontamentos, que completam a bibliografia básica e indiscutivelmente se situam a um nível avançado. Finalmente, o material laboratorial existente no IST é claramente avançado, em termos internacionais, e há uma grande preocupação de promover a sua utilização em experiências em que as componentes criativas, interpretativas e críticas são muito fortes. A utilização deste equipamento também constitui uma boa preparação para o mercado de trabalho.

- *Em alguns dos domínios dessa área, se situe ao nível dos conhecimentos de ponta da mesma.*

Pretende-se que o primeiro ciclo da EE dote os alunos com a capacidade de utilizar os conhecimentos das ciências básicas de Engenharia Electrotécnica e de Computadores, já com alguma orientação para fomentar a capacidade de realização na área da Electrónica. Estes conhecimentos constituem, de facto, as ferramentas de pensamento que lhes permitirão, num contexto de ensino assistido (por exemplo, por continuarem os seus estudos no segundo ciclo ou por formação num contexto empresarial), ou por esforço autónomo, adquirir formação complementar em áreas específicas de engenharia, mas muito em particular, da engenharia electrónica. Assim, as matérias ensinadas no 1º ciclo correspondem a uma base que, por si só, permite uma abrangência vasta de conhecimentos básicos interdisciplinares, mas que será fortemente explorada nas disciplinas do 2º ciclo, onde se ensinam temas mais avançados: métodos e tecnologias de realização de sistemas electrónicos requeridos pelas várias áreas da engenharia usando as tecnologias electrónicas mais avançadas.

No 1º ciclo já há disciplinas em que se aflora o estado da arte das diversas áreas científicas da Engenharia Electrónica, mas incluem-se, também, algumas disciplinas que introduzem os alunos na capacidade de conceber, fazer e concretizar materialmente os sistemas.

B) Saber aplicar os conhecimentos e a capacidade de compreensão adquiridos.

Esta característica é evidenciada pela consecução dos objectivos do 1º ciclo e pelos objectivos comuns aos dois ciclos de estudo. A opinião expressa pelos empregadores dos cursos ministrados pelo DEEC, nomeadamente a LEEC, que foi das primeiras licenciaturas a desenvolver um mecanismo de auto-avaliação e a ser sujeita a mecanismos de avaliação externa, garante maioritariamente a qualidade excelente desses cursos. Na proposta agora apresentada, incluem-se matérias que podem reduzir as falhas já detectadas de competências transversais necessárias para o desenvolvimento de uma capacidade profissional de qualidade.

No 1º ciclo procura-se já que os alunos atinjam uma formação que lhes permita uma abordagem profissional ao trabalho desenvolvido na sua área vocacional e também a pesquisa de soluções novas, como o demonstra nas aplicações realizadas nos Troféus (referidos a propósito da actual Engenharia Electrónica do IST, na secção 1.2. No 2º ciclo reforçar-se-á o estímulo da actividade criativa dos alunos através de novas experiências pedagógicas na continuação do que já vinha sendo feito na actual LEE e procurar-se-á inserir os alunos em trabalhos de equipas de investigação e de projectos inovadores requeridos pela indústria à escola.

C) Capacidade de resolução de problemas no âmbito da sua área de formação e de construção e fundamentação da sua própria argumentação.

Esta prática já faz parte do actual modelo de ensino da LEE. A capacidade é conferida pela estrutura e conteúdo das disciplinas do 1º ciclo, que incluem uma base muito sólida em Matemática e Física, em que os alunos são intensamente treinados a pensar sobre problemas, a fundamentar e defender as suas soluções, com base na sua própria argumentação. Isto aplica-se também às disciplinas de base das várias Áreas Científicas com que o aluno se depara no 1º ciclo, em que as componentes de raciocínio, crítica e criatividade são fortemente maioritárias em relação às componentes descritivas. Pode afirmar-se que o 1º ciclo proporciona as bases adequadas à abordagem de problemas de Engenharia Electrotécnica e de Computadores em geral e, em particular, à Engenharia Electrónica, com uma forte preocupação de implementação de um ensino que favorece a interligação de conhecimentos.

A fim de reforçar a componente de aplicação de conhecimentos e de interdisciplinaridade, procura-se, nos casos de estudo, promover a interdisciplinaridade ligando as disciplinas estruturantes leccionadas nos primeiros anos do curso. A título de exemplo, refira-se as experiências pedagógicas e laboratoriais interdisciplinares realizadas com o SUBA e o Subódromo, referidas atrás na secção 1.2.

A capacidade de abstracção dos problemas procurando definir linhas de pensamento gerais, elaborando modelos, permite olhar a matemática como uma arma poderosíssima na prática da engenharia. Exemplos simples como as experiências de Física realizadas no Subódromo, apenas a título de exemplo, permitem verificar como um dado formalismo pode ser aplicável na mecânica ou, numa forma equivalente, na electrotecnia.

Na sequência desta aprendizagem, segue-se um conjunto de disciplinas, no âmbito das ciências básicas da Engenharia Electrotécnica, em que os alunos podem aprender dispositivos e fenómenos que poderão utilizar nas disciplinas que constituem o 2º ciclo: a parte forte da sua formação em Engenharia Electrónica.

D) Capacidade de recolher, seleccionar e interpretar e integrar conhecimentos

A formação nestes aspectos provém do ensino assentar na componente de raciocínio e espírito crítico, que é fortemente estimulada, e muito menos na componente descritiva. Ao longo do curso, quer no 1º ciclo, quer no 2º ciclo, os alunos são confrontados com problemas que têm de resolver com um elevado grau de iniciativa, procurando soluções originais. Como exemplo refere-se as experiências dos Troféus onde se desenvolve o espírito criativo e de competição saudável entre equipas e onde as soluções encontradas têm de ser justificadas e avaliadas sob vários aspectos.

Será reforçada a componente do ensino que visa o estudo de soluções boas do ponto de vista técnico mas que tenham preocupações éticas e sociais e permitam um desenvolvimento sustentável da engenharia electrónica. Nos estudantes de engenharia, nomeadamente em áreas com uma evolução muito rápida e que podem estar sujeitas a fortes mutações tecnológicas, é frequente os estudantes quererem usar as técnicas e tecnologias mais modernas sem terem em conta as preocupações sociais que isto pode trazer. Serão introduzidos no ensino, nomeadamente no 2º ciclo, casos de estudo onde serão feitas análises de compromisso de diferentes opções de realização de sistemas e dos custos e benefícios que isto pode trazer, a curto e médio prazo. Neste aspecto, está prevista a participação de especialistas da indústria, ao nível de seminários temáticos incluídos nos módulos curriculares designados por Formação Livre.

E) Competências que lhes permitam comunicar informação, ideias, problemas e soluções, tanto a públicos constituídos por especialistas como por não especialistas.

No 1º ciclo, foram incluídas várias unidades curriculares de competências transversais especificamente nesta área, designadamente Gestão (4,5 ECTS), Comunicação Oral e Escrita (1,5 ECTS) e o módulo de Formação Livre I (4,5 ECTS para cada um) e que podem envolver

vários tipos de formação transversal e incluir a realização de estágios, com programas predefinidos e com apresentação e exposição de resultados obtidos.

Para além disso, nas disciplinas de competências transversais, existentes no 2º Ciclo, está prevista a existência de 10,5 créditos ECTS sendo 4,5 atribuídos a uma disciplina complementar da área das ciências sociais (gestão, economia, etc.) e 6 ECTS atribuídos a Formação Livre I e II.

Na programação das unidades de Formação Livre prevê-se a obrigatoriedade de realização de relatórios e/ou exposições que possam ter dois níveis de leitura: i)- nível de compreensão para pessoas sem qualquer competência técnica e ii) nível de compreensão adequado a indivíduos com competência técnica apropriada. No mestrado, os módulos de Formação Livre incluirão seminários de natureza interdisciplinar provenientes de especialistas da indústria e podem incluir pequenos projectos de aplicação de conhecimentos interdisciplinares, fóra da sua área de especialização devendo ser exposto e apresentado em inglês.

Vai procurar-se que as disciplinas de cada semestre reforcem os conceitos de Laboratório e Projecto Integrado que já vinham a ser desenvolvidos na actual LEE, colaborando com as disciplinas vizinhas. Nestas colaborações interdisciplinares os alunos poderão projectar e realizar sistemas onde têm de desenvolver várias capacidades, nomeadamente: a elaboração das especificações, a escolha das tecnologias de concretização, a realização do sistema, a elaboração da documentação necessária ao seguimento e acompanhamento do sistema ao longo da sua vida útil.

Finalmente, refere-se que no âmbito de várias disciplinas, sobretudo no MEE (2º ciclo), os alunos fazem apresentações orais individuais dos projectos desenvolvidos nas várias disciplinas.

F) Competências de aprendizagem que lhes permitam uma aprendizagem ao longo da vida com elevado grau de autonomia.

Este aspecto é assegurado pela escolha das matérias ensinadas, que cabem no âmbito das ciências base da Engenharia Electrónica, e também pelo tipo de ensino praticado, que privilegia a capacidade de auto-aprendizagem e o desenvolvimento do espírito criativo, como já foi referido na secção 1.2.

2.1.5.4 Objectivos Fixados no nº 4 do Artº 18º do Anteprojecto de Decreto Lei

O 2º ciclo proposto, conducente ao grau de Mestre em Engenharia Electrónica, consta, para além das disciplinas e dos módulos de aquisição de competências transversais, de 6 disciplinas de especialidade (3 com 6 ECTS e 3 com 7,5 ECTS), 4 disciplinas de opção (num total de 27 ECTS) em que o aluno pode escolher entre várias hipóteses que vão desde reforçar a sua formação com 4 disciplinas avançadas na área dos sistemas electrónicos ou apenas 2 disciplinas na área de Electrónica e mais 2 disciplinas em áreas afins: Computadores ou Telecomunicações.

Esta organização permite, por um lado, garantir um espectro largo na formação dos futuros engenheiros, garantindo bases para uma sólida e longa vida profissional e, por outro, assegura a coerência de uma especialização de natureza académica.

As disciplinas do 2º ciclo são leccionadas por docentes e investigadores doutorados que realizam a sua investigação em institutos de investigação associados ao IST e, nalguns seminários incluídos em disciplinas terminais do curso, por profissionais de engenharia com inegável experiência e qualificação profissional, pelo que facilmente os alunos são postos em contacto com problemas actuais de investigação e da sua aplicação em engenharia.

2.1.5.5 Comparação de Currículos de Escolas Estrangeiras

Sendo o IST uma Escola que pretende alargar o seu espaço ao nível Europeu, e tendo dado recentemente passos significativos nesta direcção através da adesão ao CLUSTER, torna-se particularmente relevante a necessidade de oferecer as especializações mais adequadas às necessidades do mercado internacional através da adopção de modelos internacionalmente aceites, nomeadamente no espaço Europeu, por Universidades de prestígio reconhecido.

Esta análise de currículos de Universidades Estrangeiras foi fundamental para a definição do modelo de formação a adoptar e das competências a considerar na formação.

2.1.5.5.1 Análise de Currículos de Universidades Europeias

A análise de currículos de Universidade Europeias permitiu identificar um leque vasto de modelos de formação em electrónica, oferecidos no âmbito de currículos específicos de Engenharia Informática (EI) ou de Engenharia Electrotécnica e de Engenharia Electrotécnica e de Computadores (EEC), quer de cursos autónomos.

De entre o conjunto de Universidades que fazem parte do CLUSTER existem algumas que oferecem formação na área de electrónica quer ao nível de 1º e de 2º ciclo, quer exclusivamente ao nível do 2º ciclo. Citando apenas alguns exemplos, ilustrativos das diferentes abordagens à formação nesta área:

Tabela 1 - Estrutura dos cursos em algumas escolas europeias.

ESCOLA	CURSO		
Imperial College (Londres)	BEng – 3 anos	MEng - 4 anos (3+1)	MSc - 5 anos (3+1+1)
TU/e-Technische Universiteit Eindhoven	1º ciclo 3 anos		MSc - 2 anos (3+2)
EPFL – École Polytechnique Fédérale de Lausanne	1º ciclo 3 anos		MSc - 2 anos (3+2)
TKK - Helsinki University of Technology (Helsínquia)	BSc 3 anos		MSc - 2 anos (3+2)
KTH - Royal Institute of Technology (Estocolmo)	BSc 3 anos		MSc - 4,5 anos *
Technische Universitat Darmstadt	MSc – 5 anos **		
ENSERG- Grenoble	1º ciclo 3 anos		MSc - 2 anos (3+2)
ENSEIRB - Bordéus	2 + 3 anos Vai para 3+2 anos		MSc - 2 anos (3+2)

* Integrado, sem atribuição prévia do grau de MSc

**“Diplom-Ingenieur” equivalente a MSc

Nas Universidades do CLUSTER (associação a que o IST pertence), que reflectem o modelo de formação que foi adoptado pelas principais universidades dos respectivos países, a formação total em Engenharia Electrotécnica e de Computadores é de 5 anos (ver tabela 1). Na maioria dos casos, esta formação decorre em dois ciclos de 3 e 2 anos, respectivamente. As excepções a este modelo são os cursos ministrados no KTH de Estocolmo, com 4,5 anos e no Imperial College, com 4 anos. É de notar, contudo, que nestes casos se segue um modelo de mestrado integrado.

Já fora do *CLUSTER*, as *Grand-École* francesas correspondem a outro paradigma de ensino, uma vez que adoptam um modelo de 0+5. Os dois primeiros anos correspondem à formação de base científica e os três últimos estão associados à formação específica da área de engenharia, sendo que, no último ano da formação, são leccionados conceitos altamente especializados.

Curso de ENGENHARIA ELECTRÓNICA na ENSEIRB

O ensino de mestrado é feito em 3 anos e é precedido de 2 anos preparatórios (ensino politécnico).

O mestrado está organizado em 6 semestres o último dos quais é para realizar um projecto. Nos 5 semestres restantes o número de ECTS é de 45 por semestre (6 disciplinas a 7,5 ECTS cada). Em cada semestre existe uma disciplina de Cultura do Engenheiro (*soft skill*). O 5º semestre tem três perfis de especialização em Electrónica: CSI (Circuitos e Sistemas Integrados), SE (Sistemas Embebidos) e CSR (Circuitos e Sistemas de Radiocomunicações).

Curso de ENGENHARIA ELECTRÓNICA na ENSERG – INPG

O ensino de mestrado tem um tronco comum de 2 anos que confere o grau formação de engenheiro generalista em Electrónica. No 3º ano existe uma especialização em Microelectrónica com 4 sub-especializações (cada uma com 9 disciplinas cerca de 26 ECTS e 236,5 horas): Dispositivos e Microssistemas; Circuitos; Sistemas Integrados em Silício e Optoelectrónica e Radiofrequência. Um estágio de 5 meses individual ou em grupo de dois, realizado num laboratório de investigação ou numa empresa, dá 20 ECTS e completa a formação.

Curso de ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA na FEEMCS –TUDelft

O curso está organizado num tronco comum com 6 semestres, com 120 ECTS e 30 de ECTS de disciplinas opcionais. O 2º ciclo é obtido com 120 ECTS (4 semestres) e tem 3 especializações: Microelectrónica, Telecomunicações e Sistemas e Energia. O perfil de Microelectrónica tem um conjunto base de 5 disciplinas (22 ECTS) e subdivide-se depois em 4 sub-especializações (cerca de 7 disciplinas e 32 ECTS): Tecnologia, Projecto de Circuitos Analógicos; Projecto de Sistemas Digitais, Projecto de Microssistemas.

A título de exemplo referem-se as disciplinas que conferem o grau de mestre em Projecto de Sistemas Digitais: Automação de Projecto Electrónico, Processamento de Sinal para Telecomunicações, VLSI Sistemas Integrados; Aritmética de Computadores; Estudos Orientados em Microelectrónica. Laboratório de Processamento de Sinal, Métodos e Algoritmos para Projecto de Sistemas.

O Mestrado em Engenharia Electrónica do IST (aqui proposto) adopta um modelo que é muito parecido com as especializações em Electrónica conferidas pela TU Delft, ou seja: um 2º ciclo com disciplinas base consideradas estruturantes pois cobrem áreas fundamentais de aplicação da Electrónica, que depois são complementadas por disciplinas de especialização tecnológica, muito avançadas e diversificadas.

2.1.5.6 Incorporação de Recomendações da Avaliação Externa na Organização do Ciclo de Estudos.

A LEE ainda não foi sujeita a qualquer avaliação externa, mas na sua implementação já foram incorporados mecanismos de melhoria de aspectos reconhecidamente menos bons de outras licenciaturas do IST que, entretanto, já foram avaliadas.

3 PROPOSTA PARA O SEGUNDO CICLO DE ESTUDOS

3.1 Objectivos do 2º ciclo da EE

Na definição do modelo a adoptar para o segundo ciclo, foram considerados como objectivos prioritários os seguintes:

- Manter a elevada qualidade dos engenheiros formados pelo IST.
- Criar as condições para que um número muito significativo de alunos do primeiro ciclo da engenharia electrónica (LCEE) tenha interesse em frequentar o MEE (segundo ciclo).
- Criar as condições para que um número muito significativo de alunos do primeiro ciclo de outras licenciaturas do IST ou, de outras escolas que ofereçam um primeiro ciclo compatível, sintam que o 2º ciclo da EE do IST é o caminho a seguir para se obter uma especialização avançada na engenharia electrónica.
- Assegurar a criação de especializações com forte correspondência com a estruturação do mercado empregador.
- Assegurar um percurso de formação com uma forte vertente científica, destinado essencialmente para alunos que pretendam ingressar num 3º ciclo.
- Permitir manter a dinâmica de resposta às necessidades de uma área de Engenharia em profunda mudança tecnológica e que para tal necessita de uma actualização constante de conhecimento científicos e tecnológicos.
- Levar a níveis mais elevados o estilo ensino desenvolvido na actual LEE que visa estimular os alunos na procura e no desenvolvimento de soluções criativas, competitivas e inovadoras para os diferentes problemas com que são confrontados.
- Introduzir na especialização a necessidade de estudos rigorosos e avançados do ponto de vista técnico mas que tenham em conta a inserção na sociedade, nomeadamente nos aspectos éticos, económicos e de desenvolvimento sustentável.

3.2 Designação do Curso

O segundo ciclo em Engenharia Electrónica permitirá aos alunos obterem o grau de **Mestre em Engenharia Electrónica (MEE)** ao fim de 2 anos, desde que tenham obtido no mínimo 120 créditos ECTS.

O Diploma de Mestre em Engenharia Electrónica constitui um título profissional, que será alvo de pedido de acreditação na Ordem dos Engenheiros.

Propõem-se as seguintes designações para o diploma correspondente ao 2º ciclo:

- **Mestrado em Engenharia Electrónica (MEE).**
- *MsC in Electronics Engineering (MsCEE).*

3.3 Competências a Desenvolver no MEE

Os alunos que concluem o 2º ciclo em Engenharia Electrónica deverão adquirir o conjunto de competências nucleares que define um Engenheiro de Concepção e de Realização de Sistemas Electrónicos, e que consistem, essencialmente: na capacidade de compreender, analisar, conceber e desenvolver soluções originais e adequadas para problemas complexos desta área de engenharia, em contextos alargados de vertente interdisciplinar, podendo envolver actividades de investigação, e tendo por base os conhecimentos que foi adquirindo e

consolidado ao longo da sua formação bem como o espírito crítico e a autonomia que foi desenvolvendo. Espera-se, ainda, que os alunos desenvolvam as capacidade de trabalho em equipa e de liderança e consolidem a capacidade de argumentação e de exposição oral e escrita, uma vez que estes são factores críticos de sucesso da sua futura actividade profissional.

3.4 Organização Curricular do MEE

A formação do 2º ciclo em Engenharia Electrónica está organizada de forma a que os alunos adquiram as competências necessárias ao exercício da sua actividade profissional na área da Engenharia Electrónica, com ênfase muito forte na realização microelectrónica, podendo complementar a sua formação com outras áreas que sejam do seu interesse.

A existência desta estrutura oferece uma formação sólida, de cariz interdisciplinar, baseada numa componente científica abrangente e no desenvolvimento de actividades não académicas; no seu conjunto, permitem o desenvolvimento das competências anteriormente identificadas, tendo em consideração as envolventes científicas, tecnológicas, sociais e culturais associadas aos sistemas electrónicos e o seu impacto na sociedade moderna.

A estrutura do 2º ciclo é composta por:

- Disciplinas Base (tronco comum)
- Disciplinas Complementares Optativas
- Competências Transversais
 - Disciplina Livre da área das Ciências Sociais (Gestão) 4,5 ECTS.
 - Formação Livre I e II num total de 6 ECTS.
- Desenvolvimento de uma Dissertação/Projecto (42 ECTS).

3.4.1 Disciplinas Base do MEE

Constituem um tronco comum do MEE formado por seis disciplinas obrigatórias, que se considera serem estruturantes da formação de um engenheiro electrónico pois cobrem um vasto leque das aplicações e das tecnologias usadas para realizar os sistemas electrónicos actuais. Estas disciplinas têm uma forte componente de projecto e de realização de sistemas usando as tecnologias mais apropriadas, com uma ênfase muito acentuada na concretização em sistemas integrados microelectrónicos (sem descurar a realização macroelectrónica) e cobrem aplicações extremamente diversificadas em área fundamentais, nomeadamente:

- Telecomunicações onde se incluem vários tópicos nomeadamente os sistemas de comunicações sem fios e a sua realização electrónica ou micro electrónica;
- Sensores e Actuadores que têm uma grande aplicação em sistemas de controlo e de automação industrial. Inclui-se aqui o estudo dos novos tipos de sensores e actuadores inteligentes com possibilidade de serem ligados em rede, que são necessários nas grandes instalações industriais;
- Sistemas Electrónicos de Potência, onde se exploram as novas tecnologias de conversão electrónica de energia com alta eficiência e em sistemas com reduzido volume;
- Sistemas Embebidos, onde se explora a realização de sistemas complexos apoiados em circuitos de vários tipos associados a sistemas computacionais de elevado desempenho;
- Sistemas de Processamento Digital de Sinais, onde se complementa a formação em sistemas de processamento discreto no tempo, com especial relevância para os circuitos de

conversão AD/DA e as aplicações de processamento de sinal aos sistemas de telecomunicações, áudio, vídeo, e de comunicação via rádio, implementados com modernas técnicas de processamento digital;

- Projecto Teste e Fiabilidade de Sistemas Electrónicos, onde se ensinam técnicas de modelação simulação e teste de sistemas, nomeadamente as técnicas de projecto que conduzem a sistemas com garantia de existência de testabilidade e onde se exploram as técnicas de minimização de problemas da compatibilidade electromagnética entre blocos de circuitos ou de sistemas que têm de partilhar espaços vizinhos.

Na Tabela 2 pode ver-se a listagem das disciplinas Base do tronco comum do MEE - 2º ciclo da EE.

Tabela 2 - Distribuição de ECTS pela disciplinas Base do MEE.

Área Científica	ECTS	Disciplina
Electrónica	6	Electrónica das Telecomunicações
	6	Sensores e Actuadores Inteligentes
	7,5	Sistemas de Processamento Digital de Sinais
	7,5	Conversores Electrónicos de Potência a Alta Frequência
	6	Projecto Teste e Fiabilidade de Sistemas Electrónicos
Computadores	7,5	Sistemas Embebidos

Disciplinas Base do MEE: Total de Créditos ECTS = 40,5.

3.4.2 Disciplinas de Opção do MEE

Estas disciplinas complementam a formação dos estudantes e cobrem vários tópicos de aplicação e de tecnologias que podem ser usadas no desenvolvimento de sistemas.

Tabela 3 - Grupo de Disciplinas de Opção do MEE (2º Ciclo da EE).

GRUPO	Disciplina	ECTS	Área Científica
	Disciplina Livre	6	Gestão
A	Electrónica de Computadores	6	Electrónica
	Sistemas Integrados Digitais	6	Electrónica
	Electrónica Rápida	6	Electrónica
	Sistemas Integrados Analógicos	6	Electrónica
B	Sistemas Automáticos de Medida	7,5	Electrónica
	Coprojecto H/S	7,5	Electrónica
	Automação de Projecto de Sistemas Electrónicos	7,5	Electrónica
	Técnicas de Fabrico de Sistemas Electrónicos	7,5	Electrónica
C	Programação com Objectos	6	Metodologia e Tecnologia da Programação.
	Processadores de Sinal para Comunicações	7,5	Electrónica
	Comunicação de Áudio e Vídeo	6	Telecomunicações
	Redes de Comunicação Móveis	7,5	Computadores
	Bases de Dados	7,5	Sistemas de Informação
	Tecnologia das Redes de Comunicação	6	Computadores

Disciplinas de Opção do 2º ciclo (a rever anualmente).

Total de Créditos ECTS = 27.

Existe ainda uma Disciplina Livre com a restrição de ser qualquer disciplina com 4,5 ECTS do Departamento de Engenharia e Gestão, que possa ser frequentada pelos alunos que já frequentaram uma disciplina básica de Gestão. Esta disciplina livre complementa a formação em competências transversais onde se podem incluir tópicos como Empreendedorismo, Inovação e Desenvolvimento Sustentável, *Marketing*, etc., e visa facilitar a inserção dos alunos na sua futura actividade profissional que normalmente contém uma componente muito forte de competências da área da gestão empresarial.

As restantes disciplinas opcionais estão divididas em 3 grupos: A, B e C cuja lista pode ser revista anualmente pelo coordenador do MEE, ver Tabela 3.

O grupo A consiste em disciplinas já existentes, oferecidas na LEEC no IST campus Alameda e que serão reproduzidas no campus IST Taguspark. O grupo B consiste em novas disciplinas específicas para a Engenharia Electrónica e que têm uma forte ênfase no projecto e na realização de sistemas complexos micro e nanoelectrónicos.

O grupo C consiste em disciplinas já existentes a funcionar para outras licenciaturas no IST Taguspark.

Embora haja um número elevado de opções nos grupos A e B elas não estão todas simultaneamente disponíveis pois serão oferecidas em pares, de 2 em 2 anos; em cada ano só estarão disponíveis 4 opções para o conjunto do primeiro semestre do 1º e do 2º ano do mestrado. As disciplinas serão oferecidas em conjuntos que dêem uma formação coerente nas áreas avançadas do projecto de Sistemas Electrónicos. Esta organização de disciplinas de opção possibilita a leccionação especializada usando um número mínimo de recursos e permite que os alunos complementem a sua formação de forma diversificada, podendo escolher até 2 disciplinas (2 de 4) de áreas laterais à sua especialização em Electrónica. A lista de disciplinas de opção pode ser actualizada mediante proposta do coordenador do MEE.

As regras de escolha das disciplinas de opção são apresentadas de seguida, na Tabela 4.

Tabela 4 - Regras para Escolha de Disciplinas de Opção do 2º Ciclo da EE .

OPÇÕES DO 2º CICLO	GRUPO
OPÇÃO I e III	A (duas) ou A (uma) e C (uma)
OPÇÃO II e IV	B (duas) ou B (uma) e C (uma)

Em cada primeiro semestre só haverá 4 disciplinas dos grupos A e B a funcionar para os 2 anos do 2º ciclo. As disciplinas do Grupo A funcionam só em anos alternados duas a duas (2 em cada ano). As disciplinas do Grupo B funcionam só em anos alternados duas a duas (2 em cada ano). Um esquema possível de funcionamento é o que está representado na Tabela 5.

Tabela 5 - Esquema de funcionamento das opções de especialização em EE.

Ano 2006-2007	Ano 2007-2008	Ano 2008-2009	Ano 2009-2010
EC, SIA, SAM, TFSE	ER, SID, CHS, APSE	EC, SAI, SAM, TFSE	ER, SID, CHS, APSE

3.4.3 Competências Transversais

Nos módulos lectivos incluídos nas competências transversais pretende-se desenvolver as aptidões não tecnológicas, através da realização de actividades de natureza não académica.

Nestas disciplinas de competências transversais, está prevista a existência de 10,5 créditos ECTS sendo 4,5 atribuídos a uma Disciplina Livre da área das ciências sociais (Gestão, Economia, etc.), 6 ECTS atribuídos a duas unidades de Formação Livre com 3 ECTS cada.

Os módulos de Formação Livre funcionam como um Portfólio Pessoal sendo fortemente recomendado pelo mundo profissional pois pretende estimular o estudante a aprender, de forma diversificada, um conjunto de conhecimentos e a adquirir várias competências sociais, culturais, comportamentais, científicas e tecnológicas, profissionais, etc., as quais serão listadas, documentadas, avaliadas e reconhecidas pela Escola.

No contexto do segundo ciclo, as actividades de Formação Livre devem constituir um pré-enquadramento dos estudantes no mundo exterior.

Nesta perspectiva, nos unidades curriculares de base contemplar-se-á a realização de estágios profissionais de curta duração. Neste tipo de Formação os alunos poderão realizar em colaboração com uma empresa um sistema baseado num projecto interdisciplinar onde têm de desenvolver: a elaboração das especificações, a escolha das tecnologias de concretização, a realização do sistema, a elaboração da documentação necessária ao seguimento e acompanhamento do sistema ao longo da sua vida útil.

Nos módulos de Formação Livre será também incluído um conjunto de seminários temáticos de natureza interdisciplinar, proferidos por especialistas da indústria e serão também incluídos pequenos projecto de aplicação de conhecimentos interdisciplinares, fora da área de especialização, apresentados e expostos em inglês.

Serão envidados esforços para que se proponha, todos os anos, um leque de seminários tão diversificado quanto possível, de forma a que cada aluno possa seleccionar os temas que mais lhe interessam. Os seminários acima referidos poderão incluir tópicos não relacionados com a engenharia, tais como direito, logística, patentes, ética, empreendedorismo, etc., e visam alargar os horizontes de conhecimento dos estudantes.

Nos módulos de Formação Livre podem ser incluídos trabalhos extra curriculares como a montagem e a gestão de infraestruturas no IST Taguspark, a realização de trabalhos extracurriculares para o IST ou para os Institutos de Investigação associados, a colaboração na preparação de experiências pedagógicas para os alunos, etc..

Finalmente, refere-se que no âmbito de várias disciplinas do MEE os alunos fazem apresentações orais dos projectos desenvolvidos nas várias disciplinas o que pode melhorar o seu desempenho nos aspectos de comunicação e transmissão de ideias, uma componente de competência transversal que o mundo empresarial exige aos seus profissionais de engenharia.

3.4.4 Dissertação de Mestrado ou Projecto Supervisionado

Trata-se de um trabalho a ser realizado individualmente por cada aluno sob orientação de um professor, ou dum especialista reconhecido pelo conselho científico do IST, onde os alunos desenvolvem um projecto de engenharia, projecto de investigação, e que pode incluir ainda um estágio de natureza profissional em colaboração com empresas ou institutos de investigação. Esta dissertação é distribuída por 2 semestres do 2º ano, com incidência mais forte no 2º semestre, porque se considera que é um regime mais adequado à prática que tem vindo a ser seguida no IST.

A estrutura do MEE (segundo ciclo em Engenharia Electrónica) encontra-se representada na Tabela 6 apresentada no ANEXO I – Plano Curricular.

3.5 Metodologias de Ensino no MEE

O tipo de ensino das disciplina do IST está tipificado no estudo apresentado no Anexo II, e está associado a cada disciplina sendo gerido de forma centralizada para as diferentes licenciaturas e mestrados do IST.

Todavia, cabe à coordenação do MEE, em colaboração com os responsáveis das várias disciplinas de cada semestre, estabelecer métodos que permitam envolver as várias unidades curriculares em estratégias de ensino cooperativo, como tem vindo a ser feito na actual LEE, com os projectos e laboratórios integrados e outras experiências pedagógicas cujos resultados têm tido a aprovação de todos os envolvidos. Este esforço pedagógico pode reduzir os efeitos da excessiva atonicidade curricular, que é típica de algumas escolas do ensino superior, e que pode induzir nos alunos a sensação de que alguns assuntos são supérfluos para a sua formação, não os motivando para o seu estudo.

Por outro lado, estão em desenvolvimento no IST Taguspark um conjunto de iniciativas para serem realizadas pelos alunos, como a montagem, a gestão e a operação da fábrica de circuitos impressos, a gestão, o desenvolvimento e a operação da estação de rastreio de satélites, a montagem e a gestão de oficinas e outras actividades, que envolverão o desenvolvimento de sistemas que podem ser incluídos em trabalhos ou estudos a realizar em várias disciplinas.

Existe também a estratégia de procurar envolver empresas na colaboração com o ensino no IST Taguspark, quer no fornecimento de casos de estudo necessários ao mundo empresarial, quer na formação avançada dos seus técnicos onde podem participar alunos. Também, em muitos casos, a colaboração com a indústria pode ser muito interessante pois em muitos sectores empresariais existem equipamentos industriais e de laboratório extremamente caros e pesados a que a universidade dificilmente poderia ter acesso. Todavia, na colaboração com as empresas, os estudantes podem beneficiar, quer com estágios, quer com a utilização desses equipamentos, completando assim a sua formação.

3.6 Metodologias de Avaliação no MEE

As metodologias de avaliação de conhecimentos são normalmente propostas pelos professores responsáveis pelas disciplinas, em reuniões preparatórias de início de semestre, com a participação de docentes e representantes dos alunos. Tem vindo a ser feito no IST Taguspark um trabalho de doseamento do esforço dos alunos e de agendamento dos actos de avaliação de conhecimentos ao longo do semestre.

Tem sido feito, também, um esforço no sentido de a avaliação suceder á aprendizagem das matérias o que tendencialmente levará a um processo de avaliação contínua integral, isto é a avaliação tenderá a avaliar todos os conhecimentos adquiridos na disciplina, pelo aluno, até ao momento do acto de avaliação; a última avaliação corresponderá ao conteúdo de um exame final, não havendo períodos de exames e libertando-se este período para a realização de seminários e estágios curriculares.

O método de ensino e avaliação contínua que se defende para o MEE, não é fácil de implementar pois implica induzir nos alunos uma autodisciplina de estudo diário a que não estão habituados e origina muito mais trabalho para os docentes. Constitui uma verdadeira revolução no que é tradicional no ensino no IST, em que a avaliação é predominantemente feita por um exame final, com os inconvenientes de que a maior parte do estudo feito pelos alunos é feito apressadamente nas vésperas dos exames. Actualmente, no IST Taguspark cerca de 50% das disciplinas aderiram a um processo de avaliação que tendencialmente levará a um método de avaliação contínua.

No MEE será continuado este esforço de motivação dos docentes e alunos para as vantagens dos métodos de trabalho, aprendizagem e avaliação contínuos. Serão implementados métodos que privilegiem a componente de projecto enquadrado na realidade industrial do país em vez de métodos mais académicos (muitas vezes baseados em séries de problemas, exercícios, etc.).

3.7 Precedências de Unidades Curriculares

Na Engenharia Electrónica apenas se definem *precedências de inscrição*, indicando-se que é suficiente que um aluno tenha estado inscrito (frequentado) a disciplina precedente. Deve-se

encarar isto como um conselho aos alunos para se inscreverem de forma adequada nas diferentes disciplinas. Todavia, no MEE, 2º ciclo da EE, não é necessário introduzir qualquer aconselhamento de precedências entre disciplinas.

3.8 Equivalências de disciplinas para o MEE

Aos alunos provenientes de outros mestrados ou licenciaturas, do IST ou de outras Escolas, podem ser atribuídas equivalências a disciplinas do MEE, caso a caso, através da elaboração de planos de estudos que necessariamente têm de ser aprovados pelo Conselho Científico do IST.

ANEXOS

**PLANOS CURRICULARES
DETALHADOS DO MEE
(2º CICLO DA ENGENHARIA ELECTRÓNICA)**

4 ANEXOS

4.1 ANEXO I – Plano Curricular

4.1.1 PLANO CURRICULAR DO MEE - Mestrado em Engenharia Electrónica (2º CICLO DA ENGENHARIA ELECTRÓNICA)

Tabela 6

1º ANO / 1º SEMESTRE

Disciplina	Área Científica	Tipo	Regime	ECTS
Microelectrónica das Telecomunicações	Electrónica	Obrig.	Sem.	6
Sistemas Embebidos	Computadores	Obrig.	Sem.	7,5
Opção I		Opc.	Sem.	6
Opção II		Opc.	Sem.	7,5
Formação Livre II	Competências Transversais	Obrig.	Sem.	3,0

30

1º ANO / 2º SEMESTRE

Disciplina	Área Científica	Tipo	Regime	ECTS
Sensores e Actuadores Inteligentes	Electrónica	Obrig.	Sem.	6
Sistemas de Processamento Digital de Sinais	Electrónica	Obrig.	Sem.	7,5
Conversores Electrónicos de Potência a Alta Frequência	Electrónica	Obrig.	Sem.	7,5
Projecto Teste e Fiabilidade de Sistemas Electrónicos	Electrónica	Obrig.	Sem.	6
Formação Livre III	Competências Transversais	Obrig.	Sem.	3,0

30

2º ANO / 1º SEMESTRE

Disciplina	Área Científica	Tipo	Regime	ECTS
Disciplina Livre *	Economia e Gestão	Opc.	Sem.	4,5
Opção III		Opc.	Sem.	6
Opção IV		Opc.	Sem.	7,5
Dissertação/Projecto		Obrig.	Sem.	12

* - Da Área de Gestão.

30

2º ANO / 2º SEMESTRE

Disciplina	Área Científica	Tipo	Regime	ECTS
Dissertação/Projecto		Obrig.	Sem.	30

30

4.1.2 Mestrado em Engenharia Electrónica – MEE (Disciplinas de Opção)

Tabela 7

Mestrado EE (Disciplinas de Opção)

GRUPO	Disciplina	SIGLA	Área Científica	Tipo	Reg.	ECTS
A	Electrónica de Computadores	EC	Electrónica	Opc.	Sem.	6
	Sistemas Integrados Digitais	SID	Electrónica	Opc.	Sem.	6
	Electrónica Rápida	ER	Electrónica	Opc.	Sem.	6
	Sistemas Integrados Analógicos	SIA	Electrónica	Opc.	Sem.	6
B	Sistemas Automáticos de Medida	SAM	Electrónica	Opc.	Sem.	7,5
	Coprojecto H/S	CPHS	Electrónica	Opc.	Sem.	7,5
	Automação de Projecto de Sistemas Electrónicos	APSE	Electrónica	Opc.	Sem.	7,5
	Técnicas de Fabrico de Sistemas Electrónicos	TFSE	Electrónica	Opc.	Sem.	7,5
C	Programação com Objectos	PO	Metodologia e Tecnologia da Programação	Opc.	Sem.	6
	Bases de Dados	BD	Sistemas de Informação	Opc.	Sem.	7,5
	Redes de Comunicação Móveis	RCM	Computadores	Opc.	Sem.	7,5
	Tecnologia das Redes de Comunicação	TRC	Computadores	Opc.	Sem.	6
	Processadores de Sinal para Comunicações	PSC	Electrónica	Opc.	Sem.	7,5
	Comunicação de Áudio e Vídeo	CAV	Telecomunicações	Opc.	Sem.	6

As disciplinas incluídas na Tabela 7 serão revistas anualmente pelo coordenador do curso.

4.1.2.1 Regras para o Funcionamento das Opções do 2º ciclo.

Tabela 8 - Regras de funcionamento das opções.

OPÇÕES DO 2º CICLO	GRUPO
OPÇÃO I e III	A (duas) ou A (uma) e C (uma)
OPÇÃO II e IV	B (duas) ou B (uma) e C (uma)

4.1.2.2 Regras para o Funcionamento das Opções dos Grupos A e B.

- Em cada primeiro semestre só haverá 4 disciplinas dos grupos A e B a funcionar para os 2 anos do 2º ciclo;
- As disciplinas do GRUPO A funcionam só em anos alternados duas a duas (2 em cada ano);
- As disciplinas do GRUPO B funcionam só em anos alternados duas a duas (2 em cada ano).

Um esquema possível de funcionamento é o seguinte:

2006-2007	2007-2008	2008-2009	2009-2010
EC, SIA, SAM, TFSE	ER, SID, CHS, APSE	EC, SIA, SAM, TFSE	ER, SID, CHS, APSE

4.2 ANEXO II - Tipologia das Aulas

Caracterização Típica dos Planos Curriculares do IST

(Estudo do GEP-IST, relativo ao ano de 2004/2005, Agosto 2005)

Aula teórica

Neste tipo de aula considera-se que são abordados temas numa perspectiva eminentemente teórica e de natureza formativa. As matérias tratadas necessitarão de aprofundamento, desenvolvimento e prática a ser realizado pelo aluno de forma autónoma. Por cada hora de contacto será necessário o aluno investir duas horas de trabalho extra aula.

Aula de seminário

Aula de natureza teórica mas com carácter mais informativo. As matérias tratadas não necessitarão de aprofundamento por parte do aluno mas apenas de integração com outros conhecimentos já adquiridos. Para este tipo de aula admite-se razoável considerar que por cada hora de contacto será necessário o aluno investir meia hora de trabalho extra aula.

Aula de prática

Aula de problemas onde são apresentadas aplicações de conceitos já tratados de um ponto de vista teórico. Estas aulas consistem essencialmente na apresentação de técnicas ou algoritmos para resolução de problemas de natureza física, numérica, gráfica ou de programação. Neste caso considera-se que por cada hora de contacto será necessário o aluno investir uma hora de trabalho.

Aula de laboratório

Aulas onde através de experiência ou simulação se comprovam ou testam conceitos já desenvolvidos. Neste tipo de aulas é executada a componente de experimentação, em horas de trabalho extra o aluno deverá preparar os trabalhos a executar e eventualmente completar os relatórios, caso não o faça no decorrer das sessões presenciais. Para este tipo de aula estima-se que por cada hora de contacto será necessário o aluno investir uma hora de trabalho extra aula.

Aulas de projecto

Aulas onde se apresentam conceitos e técnicas de resolução de problemas ligados a concepção e projecto. Estas aulas pressupõem que os alunos possam desenvolver autonomamente soluções próprias no âmbito da concepção e projecto. Para este tipo de aula estima-se que por cada hora de contacto será necessário o aluno investir duas horas de trabalho extra aula.

Tabela 9 – Distribuição típica alvo do esforço por disciplinas no IST

AULA	Horas de contacto semanal	Horas de contacto semestral	Horas de trabalho extra semestral	Horas de trabalho total semestral	ECTS
Teórica	1	14	28	42	1,5
Seminário	1	14	7	21	0,75
Prática	1	14	14	28	1
Laboratório	1	14	14	28	1
Projecto	1	14	28	42	1,5