

# **Relatório**

## **Workshop de Integração Didática das Disciplinas de Controle e Automação da EP**

**Anna Helena Reali Costa  
José Jaime da Cruz  
José Reinaldo Silva**

**Hotel Rancho Silvestre, Embu das Artes  
15 de Setembro de 2011**

## **1. Introdução**

Atualmente diversos cursos de graduação da EP oferecem disciplinas de controle e/ou automação e há pouca integração ou relacionamento entre eles. No entanto, presume-se que os fundamentos de controle e/ou automação ensinados sejam os mesmos, quiçá diferindo em detalhes, como nos exemplos de aplicação. Sendo assim, se um aluno cursar uma ou mais disciplinas de controle e/ou automação em cursos que não sejam o seu de origem, poderá se beneficiar da diversidade de áreas envolvidas e complementar a sua formação conforme seus interesses pessoais.

É oportuno lembrar que a EP está estudando alterações em sua estrutura curricular e uma das propostas em discussão é justamente flexibilizar currículos dos diversos cursos/ênfases de graduação.

O Workshop de Integração Didática das Disciplinas de Controle e Automação da EPUSP foi realizado por iniciativa do Prof. José Roberto Castilho Piqueira, Vice-Diretor da Escola Politécnica, a partir de uma idéia que surgiu de conversa com o Prof. Plínio Castrucci.

O evento foi realizado no Hotel Rancho Silvestre, em Embu das Artes, no dia 15 de setembro de 2011, tendo se iniciado às 08:45 e finalizado às 17:00. A programação encontra-se no Anexo 3.

Além do Prof. Castrucci e do Prof. Piqueira, participaram 27 docentes de 10 departamentos da Escola. A lista dos participantes encontra-se no Anexo 4.

## **2. Objetivo**

O evento teve por objetivo central a busca de mecanismos de facilitação da mobilidade de alunos dos diversos cursos/ênfases da Escola pelas disciplinas de controle e de automação ministradas pelos vários departamentos.

## **3. Estrutura do evento**

O evento foi realizado em duas etapas: pela manhã, houve a abertura e a apresentação das disciplinas de controle e automação dos diversos cursos/ênfases, enfatizando a sua abordagem didática (aulas presenciais, experimentos, projetos, etc.); à tarde, ocorreu a formação de grupos para discussão.

Os temas propostos para as discussões foram os seguintes:

1. O aprendizado mínimo de um aluno nas áreas de controle e de automação, considerando as disciplinas hoje oferecidas na EP e as diferentes competências almejadas.
2. Identificação, no conjunto de disciplinas atuais da EP relacionadas às áreas de controle e de automação, de subconjuntos coerentes que possam se constituir, por exemplo, em "pacotes" de eletivas.

3. Operacionalização eficaz do oferecimento das disciplinas (horários, tamanhos das turmas, disponibilização de vagas para alunos de outros cursos, etc.).

Foram formados quatro grupos com seis ou sete professores cada um. Os temas 1 e 3 acima foram discutidos por dois desses grupos, enquanto que os temas 2 e 3 o foram pelos outros dois grupos.

#### **4. Conclusões e resultados dos grupos de discussão**

##### **Aprendizado mínimo em controle**

Uma lista preliminar de assuntos que constituem um conjunto mínimo para o aprendizado em controle encontra-se no Anexo 1. Não foi elaborada uma lista para o aprendizado mínimo em automação.

##### **Definição de grupos de disciplinas coerentes e complementares**

Recomenda-se a organização semântica das disciplinas e a sugestão de definição de grupos coerentes delas para orientar a escolha dos alunos interessados. O Anexo 2 contém propostas preliminares com este propósito.

##### **Operacionalização eficaz do oferecimento das disciplinas**

É imprescindível que os cursos/ênfases da EP que oferecem disciplinas nas áreas de controle e de automação disponibilizem vagas na forma de optativas livres para alunos de outros cursos/ênfases. Os cursos/ênfases da EP devem informar aos alunos a respeito da disponibilização dessas vagas.

Reconhece-se que a definição de uma grade horária atraente para os alunos é um ponto crítico do processo de aumentar a mobilidade almejada. Apesar de se considerar difícil o ajuste das grades horárias entre os diversos cursos/ênfases, uma recomendação é estabelecer um horário comum na semana para aulas das disciplinas de conteúdos complementares. Assim, poder-se-ia, por exemplo, estabelecer o horário das 07:30 às 09:10 de segunda a sexta-feira para disciplinas que possam ser de interesse de mais de um curso; então, dentro desse horário, dever-se-iam evitar coincidências de horários entre disciplinas complementares, de forma que os alunos interessados pudessem cursá-las no mesmo semestre sem conflito de horários.

Recomenda-se que as disciplinas com conteúdos comuns sejam oferecidas em horários compatíveis para que os alunos interessados tenham opções de escolha ao cursá-las. Esta informação deveria constar no sistema Júpiter para facilitar a escolha.

### **Outras considerações e sugestões**

Nos cursos/ênfases atualmente existentes na EP verifica-se um certo desequilíbrio entre os conteúdos de controle e de automação. Assim, há cursos/ênfases em que se dá maior destaque a controle e outros, a automação. Com a concretização dos objetivos do workshop pretende-se que esses desequilíbrios sejam reduzidos.

Sugere-se a criação de objetos de aprendizagem, envolvendo projetos de longo prazo, a formação de grupos de professores e a solicitação de recursos para essa finalidade.

Os Profs. Castrucci e Piqueira sugerem que o PEA disponibilize o Laboratório da Rockwell para alunos de outros cursos/ênfases.

O Prof. Marcos Barreto sugere que as equivalências entre disciplinas sejam estabelecidas a priori no sistema Júpiter.

## **Anexo 1 – Aprendizado mínimo na área de controle**

### **Modelagem**

- Sistemas (inclusive transdutores)

### **Teoria de Sistemas**

- Observabilidade
- Controlabilidade
- Estabilidade

### **Previsão da resposta temporal de sistemas**

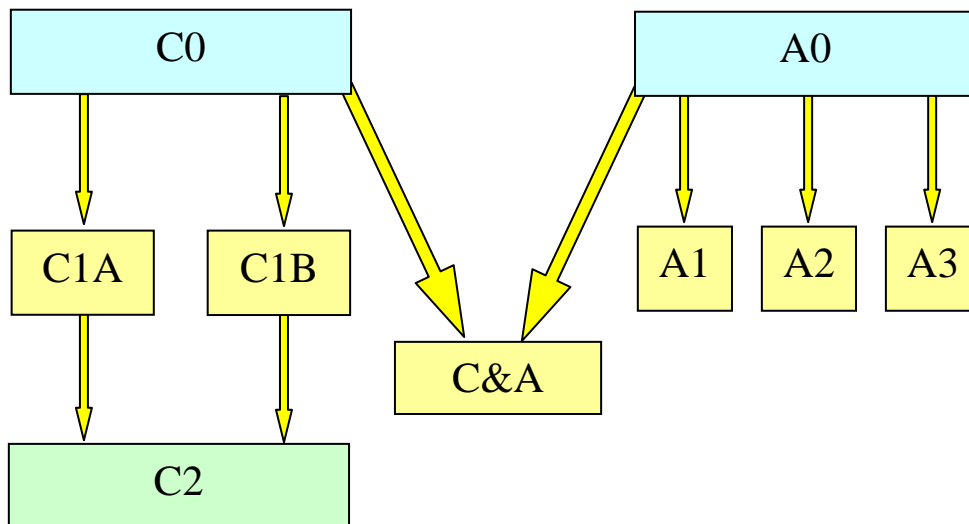
### **Dinâmicas de malha aberta e de malha fechada**

- Controlador PID
- Locação de polos

## Anexo 2 – Propostas preliminares de organização semântica das disciplinas e de grupos de disciplinas

### Primeira Proposta

A primeira proposta segue uma estrutura de dependência conforme ilustra a figura 1.



**Figura 1:** Dependência entre os conjuntos de disciplinas em Controle (C) e Automação (A).

#### **C-0. Modelagem / Sistemas e sinais**

- PMR 2352 Vibração mecânica
- PME 2341 Vibrações
- PMR 2320 Sistemas dinâmicos
- PME 2371 Modelagem de sistemas dinâmicos
- PTC 2422 Modelagem de sistemas biológicos
- PTC 2415 Modelagem e simulação
- PTC 2307 Sistemas e sinais I
- PTC 2308 Sistemas e sinais II

#### **C-1A Controle clássico básico [Controle I]**

- PNV 2320
- PMR 2360
- PTC 2413
- PEA 2455
- PQI 2407
- PME 2472 (Controle I + Espaço de estados)

#### **C-1B Controle digital**

- PME 2443
- PMR 2400
- PTC 2422

## **C-2 Controle avançado [Controle robusto, multivariável, tópicos avançados, controle adaptativo...]**

- PQI 2530 Controle avançado de processo
- PTC 2417 Controle não linear
- PTC 2514 Controle de processos industriais
- PTC 2666 Tópicos de controle avançado
- PTC 2513 Controle multivariável
- PTC 2670 Controle robusto

## **A-0 Automação – Fundamentos**

- PMR 2460 Modelagem e controle de sistemas discretos
- PTC 2640 Modelos probabilísticos
- PCS 2426 Fundamentos de sistemas de tempo real
- PCS 2401 / PCS 2039 Modelagem e simulação de sistemas computacionais
- PEA 2505 Introdução à automação de sistemas industriais
- PEA 2411 Introdução à automação de sistemas elétricos
- PEA 2211 Introdução a eletromecânica e automação
- PCS 2551 / PCS 2038 Conceitos gerais de automação
- PSI 2616 Automação industrial
- PTC 2620 Automação da manufatura

## **A-1 Automação – Sistemas de informação e integração de sistemas**

- PCS 2476 Fundamentos de redes de computadores
- PCS 2590 Redes de dados e integração da manufatura por computador
- PMR 2490 Sistemas de informação
- PRO 2512 Sistemas de informação na produção
- PMR 2520 Introdução ao CAD/CAM
- PCS 2430 / PCS 2049 Requisitos de sistemas computacionais
- PCS 2554 / PCS 2058 Engenharia da informação
- PEA 2412 Automação de sistemas elétricos de potência

## **A-2 Automação – Programação e otimização**

- PMR 2300 Computação para a automação
- PMR 2440 Programação para a automação
- PCS 2214 Fundamentos de Engenharia de Computação I
- PTC 2667 Introdução aos algoritmos em automação

## **A-3 Automação – Instrumentação, dispositivos, sensores**

- PSI 2461 Eletrônica de controle industrial
- PMR 2415 Microprocessadores em automação e robótica
- PMR 2481 Sistemas fluido-mecânicos para mecatrônica
- PCS 2215 Fundamentos de Engenharia de Computação II
- PCS 2304 Projeto lógico digital
- PMR 2470 Métodos experimentais em sistemas mecânicos
- PME 2451 Medição de grandezas mecânicas
- PMR 2410 Eletrônica digital para mecatrônica
- PMR 2380 Eletrônica analógica para mecatrônica

**Automação e controle – aplicações e temas correlatos**

- PRO 2512 Automação e controle
- PCS 2581 / PCS 2045 Negócios em tempo real
- PTC 2641 Modelagem e controle de manipuladores
- PCS 2428 / PCS 2059 Inteligência artificial
- PTC 2669 Introdução à inteligência computacional



## Segunda Proposta

| Formação | Disciplina |   |
|----------|------------|---|
| Básica   | PMR        | Controle e Automação I (3) e II (4), Acionadores (4), Sistemas de Informação (4), Controle de Sist. Discretos (4), Redes (5)  |
|          | PQI        | Controle de Processos Químicos (4)  |
|          | PNV        | Fundamentos de Controle (3)   |
|          | PTC        | Controle I (3), Modelagem e Simulação (4), Controle Digital (4), Controle Multivariável (4), Controle não-linear (4), Controle de Processos Industriais (4)   |
|          | PCS        | Req. Sistemas Computacionais (4), Modelagem e Simulação de Sistemas Computacionais (4), Fund. Sistemas de Tempo Real (4), Fund. Redes de Computadores (4)   |
|          | PME        | Modelagem de Sistemas Mecânicos (3), Controle e Aplicações (4)  |
|          | Avançada   | PQI   |
| PTC      |            | Modelagem de Sistemas Biológicos (4), Intr. aos Algs. em Automação (5), Intr. à Inteligência Computacional (5), Intr. ao Projeto de Sistemas de Controle Robustos (5), Tópicos de Controle Avançado (5) |
| PCS      |            | Inteligência Artificial (4)   |

| Formação    | Disciplina |   |
|-------------|------------|---|
| Geral       | PCS        | Conceitos Gerais de Automação (5), Engenharia da Informação (5) |
|             | PRO        | Automação (5)   |
| Tecnológica | PMR        | CAD/CAM (5), Mecânica de Precisão (5), Robótica (5)             |
|             | PTC        | Automação de manufatura (5)                                     |
|             | PME        | Controle de Sistemas Térmicos (5)                               |

### Anexo 3 – Tabela comparativa

| Áreas de conhecimento                          | Número de disciplinas obrigatórias de graduação, por área de conhecimento<br>(em sombreado as diferenças mais marcantes) |  |  |   |   |   |
|--|--|--|--|---|---|---|
|  | <b>Controle e Automação</b><br>Enga ElétricaEPU SP   | <b>Mecatronica</b><br>Enga MecanEPU SP | <b>Automação</b><br>2ª. Proposta Worksho p EPUSP | <b>Automação Indl</b><br>Sorocaba UNESP | <b>Automação e Sistemas</b><br>Univ Fed St Catarina | <b>Eletronica + M Sc Control</b><br>4 + 1 anos Imperial Coll UK |
| Análise, geom., cálculo num., progr. mat.      | 8  | 7                                      | 7  | 9                                       | 8   | 4   |
| Física   | 4  | 5                                      | 4  | 4                                       | 5   | 1   |
| Química  | 1  | 1                                      | 1  | 3                                       | 1   | -   |
| Eletricidade, maqs, instalações                | 6  | 2                                      | 2  | 6                                       | 2   | 3   |
| Computação                                     | 7  | 4                                      | 9  | 4                                       | 6   | 11  |
| Eletrônica analog., dig, microproc, industrial | 5  | 4                                      | 1  | 11                                      | 4   | 7+7 (dentre10) +1   |
| Mecânica, conversao                            | 5  | 12                                     | 3  | 6                                       | 4   | -   |
| Contr dinamico                                 | 10   | 3                                      | 12   | 6                                       | 5   | 2+5 (dentre 16)   |
| Controle eventos                               | -  | 1                                      | 4  | 2                                       | 4   | 2   |
| Manufatura                                     | 2  | 4                                      | 3  | 3                                       | 3   | -   |
| Robótica                                       | -  | 2                                      | 1  | 2                                       | 1   | 1   |
| Controle de processos                          | 1  | -                                      | -  | 1                                       | -   | -   |
| Instrumentação                                 | 1  | -                                      | -  | 1                                       | 1   | 1   |
|  | 50   | 45                                     | 47   | 58                                      | 44  | 35+8 = 43+290HL ab  |

Obs.: Tabela encaminhada posteriormente pelo Prof. Plínio Castrucci.

#### Anexo 4 – Programação

| <b>Horário</b> |  |
|----------------|--|
| 07:30          | Saída da Poli com o ônibus               |
| 08:30 – 09:00  | Café de recepção no Hotel                |
|                | <b>Palestras de abertura</b>             |
| 09:00 – 09:20  | Abertura do evento pelo Prof. Piqueira   |
| 09:20 – 09:40  | Palestra do Prof. Castrucci              |
|                | <b>Palestras dos departamentos</b>       |
| 09:40 – 10:00  | PMR                                      |
| 10:00 – 10:20  | PCS                                      |
| 10:20 – 10:40  | PTC                                      |
| 10:40 – 11:00  | PME                                      |
| 11:00 – 11:20  | <b>Café</b>                              |
|                | <b>Palestras dos departamentos</b>       |
| 11:20 – 11:40  | PRO                                      |
| 11:40 – 12:00  | PEA                                      |
| 12:00 – 12:20  | PSI                                      |
| 12:20 – 12:40  | PQI                                      |
| 12:40 – 13:00  | PNV                                      |
| 13:00 – 14:00  | <b>Almoço</b>                            |
| 14:00 – 15:30  | Mesas de discussões                      |
| 15:30 – 16:30  | Apresentações dos grupos                 |
| 16:30 – 17:00  | Consolidação dos resultados e fechamento |

## **Anexo 5 – Lista de Participantes**

### **Docentes**

André Hirakawa (PCS)  
Anna Reali (PCS)  
Brenda Leite (PCC)  
Celso Furukawa (PMR)  
Claudio Garcia (PTC)  
Darci Odloak (PQI)  
Decio Donha (PME)  
Diolino Santos (PMR)  
Edilson Tamai (PME)  
Eduardo Tannuri (PMR)  
Fabio Cozman (PMR)  
Fabrício Junqueira (PMR)  
Fernando Fonseca (PSI)  
Fuad Kassab (PTC)  
Giovanni Manassero (PEA)  
Helio Mitio (PNV)  
Jaime Cruz (PTC)  
João Petreche (PCC)  
José Piqueira (PTC)  
José Reinaldo (PMR)  
Marcelo Pessoa (PRO)  
Marcos Barreto (PMR)  
Marcos Simplício (PCS)  
Mauro Spinola (PRO)  
Newton Maruyama (PMR)  
Paulo Miyagi (PMR)  
Plínio Castrucci (PEL – aposentado)  
Ricardo Marques (PTC)  
Raul Gonzalez (PME)

### **Apoio**

Silvia Bonassa (Serviço de Comunicação Social)  
Nilton do Carmo (PCS)  
Suzano Bitencourt (PCS)