

# Controlo - 2003/2004 - 1º Semestre

## PROGRAMAÇÃO PREVISTA

Turmas 14304, 14305, 14306

Profª Maria Isabel Ribeiro

Semana	Teóricas - faseamento previsto			Teóricas - sumários Turmas 14304, 14305, 14306	Nº alunos
1ª semana	1ª aula	16.Set.03	Apresentação da disciplina e regras de funcionamento	Apresentação da disciplina. Início da Introdução ao Controlo (até slide 2/Cap.1)	60
	2ª aula	18.Set.03	Introdução ao controlo	Continuação da motivação do controlo. Exemplos em biomedicina, hidráulicos, mecânicos. Conceito de sistemas de controlo em cadeia aberta e cadeia fechada. (até slide 16/Cap.1)	59
	3ª aula	19.Set.03	Modelação. Representação matemática	Controlo de veículos submarinos, controlo de orientação de uma antena, controlo de um forno, controlo em fabricação de papel, erro estacionário e discussão - qualitativa do efeito do aumento do ganho. Nomenclatura e fases no projecto. O que é a Modelação, Representação Matemática: equação diferencial, função de transferência. Início dos sistemas mecânicos de translação. (até Slide 3/Cap.2)	62
2ª semana	4ª aula	23.Set.03	Resposta no tempo	Massa, mola, atrito. Sistema mecânico de translação. Equação diferencial de 1ª ordem. Solução. Transformada Laplace. Função de transferência. Ganho estático, forma das constantes de tempo. FT própria, estritamente própria, não própria. Polos e zeros (até slide 14/Cap.1)	67
	5ª aula	25.Set.03	Resposta no tempo	Sistema de 1ª ordem. Caso geral (constante de tempo e tempo de estabelecimento). Teorema dos Valores Inicial e Final. Ganho estático. A FT e condições iniciais não nulas. Sistemas de 2ª ordem-motivação, variação da localização dos polos com $\omega_n$ e $\zeta$ . Derivada na origem. Até Slide 24/Cap.2)	61
3ª semana	6ª aula	26.Set.03	Resposta no tempo	Resposta no tempo de SLITs de 2ª ordem com pólos complexos conjugados. Análise da resposta. Tempo de pico, sobrelevação, tempo de estabelecimento, exemplos. Sistema criticamente amortecido. Efeitos de um zero adicional. Relação tempo-frequência. Conceito de pólos dominantes e não dominantes. até slide 32/Cap.2	69
	7ª aula	30.Set.03	Resposta no tempo. Linearização	Redução de ordem quando há pólos não dominantes. Efeito de um zero adicional. Sistema de fase não mínima - resposta e exemplos. Sistemas Mecânicos de rotação. Lei de Newton: elementos inércia, mola rotacional, atrito. Engrenagens. Relação entre os binários numa gear box. Até Slide 9/Cap.2-Parte II	66
	8ª aula	2.Out.03	Diagrama de blocos	Modelo de um motor de corrente contínua. Linearização. Até ao fim do Cap.2	55
4ª semana	9ª aula	3.Out.03	Estabilidade. Routh-Hurwitz	Diagrama de Blocos	54
	10ª aula	7.Out.03	Estabilidade. Routh-Hurwitz	O que é a estabilidade no sentido BIBO. Sistemas Estáveis, Instáveis e Marginalmente estáveis. Exemplos. Estabilidade e localização de pólos. Critério de Hurwitz. Início da construção da matriz de Routh. Até Slide 15/4.	52
	11ª aula	9.Out.03	Estabilidade. Routh-Hurwitz	Construção da matriz de Routh. Exemplos. Casos particulares. Zero na coluna pivot e linha de zeros na coluna pivot. Exemplos. Até Slide 27/Cap.4	34
5ª semana	12ª aula	10.Out.03	Efeitos da realimentação. Erros em reg. estacionário	Exemplo de estudo de estabilidade de um sistema em c.f. como função do ganho do controlador. Efeitos da realimentação: seguimento de referência e rejeição de perturbações. Até Slide 5/Cap.5	32
	13ª aula	14.Out.03	Erros em reg. estacionário	Requisitos de um sistema de controlo. Exemplos motivadores de sistemas de controlo com vários controladores e erros. P, I, PI e vários valores de ganho. Erro estacionário. Tipo de um sistema. Até Slide 18/Cap.5	45
	14ª aula	16.Out.03	Erros em reg. estacionário	Conclusão do estudo do erro em regime estacionário; erros de posição, velocidade e aceleração. O erro em sistemas com perturbações. O erro em sistemas sem retroacção unitária	46
6ª semana	15ª aula	17.Out.03	Root-Locus	Root-Locus. O que é. Exemplos. Como se controla. Condição de argumento e condição de módulo. Exemplo da pertença de um ponto ao root-locus. Até Slide 9/Cap.6	46
	16ª aula	21.Out.03	Root-Locus	Revisão da condição de módulo e argumento. Troços do eixo real. Simetria. Vários exemplos	10
	17ª aula	23.Out.03	Root-Locus	Número de ramos, Simetria, Troços do eixo real, pontos de partida e chegada dos ramos do root-locus. Até slide 18/Cap.6	40

	18ª aula	24.Out.03	Root-Locus	Pontos de entrada e saída do eixo real. Exemplos. Ângulos de partida e chegada ao eixo real. Centro assintótico. Ângulo das assíntotas (sem demonstração). Exemplos. Até slide 32/Cap.6	42
7ª semana	19ª aula	28.Out.03	Root-Locus	Soma de polos da f.t.c.f., ângulo de partida de zeros, exemplos, root-locus versus qq. Parametro, root-locus para K negativo. Até slide 45/Cap.6	36
	20ª aula	30.Out.03	Root-Locus	Cancelamento pólo-zero no root-locus. Exemplo. Root-Locus no apoio ao projecto. Contro de um duplo integrador com controlador proporcional, só com um zero, com um zero e um polo. Cálculo do controlador para cumprir especificações no tempo. Análise a posteriori. Até slide 18/Cap.6-Parte II	32
	21ª aula	31.Out.03	Controlo digital	Conclusão do projecto com root-locus. Início do Controlo Digital. Esquema global de controlo digital. Conversor A/D, teorema da amostragem, conversão DA, ZOH. Até slide 7/Cap.8	32
8ª semana	22ª aula	4.Nov.03	Controlo digital	AZO, amostragem de um sinal contínuo. Pólos em sistemas contínuos e discretos. Estabilidade. Localização de polos no plano z e resposta transitória. FT pulsada. Exemplos. Projecto directo e projecto por emulação. Até Slide 15/Cap.8	40
	23ª aula	6.Nov.03	Controlo digital	Exemplo (completo) de projecto directo. Até slide 22/Cap.8	35
	24ª aula	7.Nov.03	Controlo digital	Exemplo (completo) de projecto por emulação. Até slide 30/Cap.8. Controladores PID. Definição. Análise de cada uma das acções apoiada no root-locus: P, I, PI. Até slide 5/Cap.7.	26
9ª semana	25ª aula	11.Nov.03	Resposta na frequência	Acção PD, PID, respostas no tempo, Outras configurações distintas da básica, Regras de Ziegler-Nichols. Até Slide 13/Cap.7	34
	26ª aula	13.Nov.03	Resposta na frequência	Exemplo de projecto usando regras de Ziegler-Nichols. Início do estudo da Resposta em Frequência. Revisão de conceitos já conhecidos: o que é a resposta em frequência. Diagrama de Bode (real e assintótico), sistema com pólo na origem e um pólo real. Até Slide 12/Cap.9	27
	27ª aula	14.Nov.03	Resposta na frequência	Largura de banda e relação tempo-frequência. Exemplos. Sistemas com polos na origem, polos duplos e zeros. Sistema de 2ª ordem com polos complexos conjugados. Até Slide 23/Cap.9	35
10ª semana	28ª aula	18.Nov.03	Resposta na frequência	Sistema de 2ª ordem com polos complexos conjugados (conclusão). Sistemas de fase não mínima. Diagrama de fase e exemplos. Até slide 31/Cap.9	26
	29ª aula	20.Nov.03	Análise de estabilidade no domínio freq. Critério Nyquist	Conclusão do capítulo sobre resposta em frequência: polos dominantes e não dominantes e identificação de sistemas. Início do Critério de Nyquist. O que é; analogia com root-locus. Teorema de Cauchy. Até Slide 9/Cap.10	24
	30ª aula	21.Nov.03	Análise de estabilidade no domínio freq. Critério Nyquist	Aplicação do Teorema de Cauchy no estudo da estabilidade em cadeia fechada. Critério de Nyquist. Construção do diagrama de Nyquist. Exemplos: sistemas de 1ª ordem (com K positivo e negativo), segunda ordem e 3ª ordem. Até Slide 18/Cap.10	31
11ª semana	31ª aula	25.Nov.03	Análise de estabilidade no domínio freq. Critério Nyquist	Exemplos de Diagrama de Nyquist. Sistemas de fase não mínima. Sistemas com 1 ou 2 polos na origem. Até slide 27/Cap.10	28
	32ª aula	27.Nov.03	Análise de estabilidade no domínio freq. Critério Nyquist	Continuação dos exemplos de critério de Nyquist. Sistema de fase não mínima. Estabilidade relativa. Introdução à noção de margem de ganho. Preenchimento de inquéritos pedagógicos. Até slide 34/Cap.10	23
	33ª aula	28.Nov.03	Análise de estabilidade no domínio freq. Critério Nyquist	Definição de margem de ganho e margem de fase. Sua determinação nos diagramas de Nyquist e de Bode. Condições de estabilidade para o caso P=0 simples. Outros casos: sistemas condicionalmente estáveis; sistemas de fase não-mínima. Margem de fase e coeficiente de amortecimento. Sistemas com atraso.	21
12ª semana	34ª aula	2.Dez.03	Projecto no domínio da frequência	Introdução ao projecto de controladores. Exemplo motivador com um duplo integrador. Diagrama de Nyquist. Efeito de um controlador só com um zero; modificação da margem de ganho e de fase. Controlador de avanço de fase. Início da análise. Até slide 10/Cap.11	31

	35ªaula	4.Dez.03	Projecto no domínio da frequência	Análise dos parâmetros característicos de um controlador de avanço de fase. Exemplo de aplicação. Início da explicação sobre controladores de atraso de fase. Até slide 24/Cap.11	23
	36ªaula	5.Dez.03	Projecto no domínio da frequência	Controladores de atraso de fase: derivação e exemplo de aplicação. Até ao ultimo slide do Cap.11-Parte I	31
13ªsemana	37ªaula	9.Dez.03	Projecto no domínio da frequência	Início da moldagem de ganho de malha. Especificações. Tradução em termos de bandas de rejeição de rejeição de perturbações na cadeia de acção e de ruído nos sensores e de seguimento de referencia. Até Slide 22/Cap.11-Parte II	30
	38ªaula	11.Dez.03	Projecto no domínio da frequência	Exemplo completo de moldagem do ganho de malha. Até Slide 32/Cap.11-Parte II	18
	39ªaula	12.Dez.03	Projecto no domínio da frequência	Exemplo de projecto de compensador com moldagem do ganho de malha. Conclusão da matéria	25
14ªsemana	40ªaula	16.Dez.03	Projecto no domínio da frequência	Resolução de exercícius	28
	41ªaula	18.Dez.03	revisões e folga para atrasos	Resolução de exercícius	20
	42ªaula	19.Dez.03	revisões e folga para atrasos	a docente faltou tendo avisado antecipadamente	