MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 388 9837745

Indice

Commenti sull'esame ..... **v**

Sistemi, metodologie di controllo, modelli matematici **1**

Feedforward 2

Feedback 2

Trasformata di Laplace **5**

Proprietà 7

Algebra dei blocchi **11**

Antitrasformata di Laplace **14**

Poli semplici 15

Poli multipli 19

Sistemi elementari I e II ordine **21**

Criterio di Routh **27**

Teorema di Routh 28

Analisi armonica **32**

Metodi Grafici **33**

Diagrammi di Bode 34

Proprietà filtranti dei sistemi 43

Controllo in retroazione **44**

Controllo proporzionale 46

Analisi frequenziale&Progetto nel dominio delle *f* **50**

Regolatori *P*roporzionali *I*ntegrali *D*erivativi **54**

Servomeccanismo **60**

Caratteristica statica **61**

Linearizzazione dei sistemi **62**

Cinetica del reattore **63**

Risposta al gradino di ρ **68**

Risposta alla rampa di ρ **72**

Funzione di trasferimento per il reattore a potenza 0 ..... **73**

$\frac{1}{T}$ come uscita del reattore **75**

Coefficienti di reattività **78**

Controreazione pronta 79

Controreazione ritardata 81

Reattore controreazionato da temperatura **83**

Avvelenamento **86**

^{135}Xe 87

^{149}Sm&altri veleni 90
Sistema di controllo di ρ: caratteristiche generali 91
Cenni sull'alternatore 94
Regolazione gruppo turbo-alternatore 96
Regolazione frequenza potenza 99
Regolazione primaria 99
Regolazione secondaria 102
Regolazione secondaria per reti interconnesse 105
Valvole 108
Controllo turbina PWR 112
Sistema EHC 113
Speed control 113
Load control 114
MOT&controllo delle IV 115
Regolazione primaria – Load control 117
Regolazioni caldaia 119
Caldaia Segue&Turbina Segue 120
Controllo T_{vap} 121
Controllo del livello nel corpo cilindrico 122
Controllo della pressione in caldaia 123
Regolazioni PWR 123
Rod Control System 125
Logica di controllo delle CRs 127
Movimentazione 128
Steam Dump System 129
Problema allo startup 130
Steam Generators Westinghouse 131
Steam Generators WestinghouseBabcock&Wilcox 133
Pressurizzatore 134
Regolazioni BWR 136
Controllo della turbina 137
Speed control&Load control 137
Unità di controllo della pressione 138
Precisazioni sull'LVG cerchiato 143
Sistema di backup dell'unità di controllo della pressione 144
Regolazione portata di ricircolo 144

Diagramma operativo di un BWR 147
Recirculation Pump Trip 148
Controllo del livello 149
Runback di ricircolo 149
Movimentazione delle CRs di un BWR 150
Reactor Protection System 153
Reattore PWR 153
Reattore BWR 154
Avviamento BWR 154
Transitori operazionali BWR 155
Transitori di pressione 155
Transitori di temperatura 158
Altri transitori 159
Livello, Portata, Reattività 159
Ottimizzazione economica del ciclo del fuel *in-core* 160
Stretch out 164
Confronto&Considerazioni 165
Scelta tattica 166
Condensatori 167
Estrazione degli incondensabili 169
Refrigerazione del condensatore 171
Linea di rigenerazione 172
Cenni alle tenute a labirinto 176
Bibliografia 178

MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 388 9837745

Commenti

L'esame di *controllo&esercizio degli impianti nucleari* è un esame che viene sostenuto tutto insieme sebbene si abbiano due moduli ben distinti. È un esame molto "interattivo" si passa infatti da un argomento all'altro partendo magari da una domanda precisa.

Per quanto riguarda il modulo 1 (fino a pag. 93) il materiale fornito dal docente copre molto bene gli argomenti trattati ed è più che sufficiente per la preparazione dell'esame stesso.

La seconda parte di dispense è invece un po' più "povera" e quindi il consiglio è quello di studiare seguendo questi appunti e quelli di B. Gonfiotti, che sono forniti dal professore in *.pdf*, integrandoli quando si hanno con gli appunti presi in classe.

Desidero ringraziare per la stesura di questi appunti Giacomo B. per i continui scambi di idee durante la preparazione di tali e Giulia M. per aver fornito gli appunti presi in classe (sicuramente presi meglio di come li ho presi io!) con i quali ho potuto integrare e completare tutto il programma svolto.

Buono studio!

Alberto F.

master COPY COPISTERIA 050/8312126 388/9837745

MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 388 9837745

Sistemi, Metodologie di controllo, Modelli matematici

Con sistema o impianto si intende l'insieme di dispositivi o apparecchiature che formano un sistema fisico.

Ci sono quantità che devono essere controllate, in particolare ciò che si produce (il prodotto) e ciò che guida il sistema. Questi oggetti verranno chiamati rispettivamente output e input.

Generalmente si hanno in contemporanea più input e più output ma per semplicità considereremo un unico input e un unico output.

Supporremo poi che l'output sia rilevabile e misurabile, tanto da poterne ottenere un segnale, cioè una funzione nel tempo $c(t)$ legata all'input $u(t)$.

Il modello matematico deve essere:

- continuo
- Lineare: se $u_1(t) \to c_1(t)$
  $u_2(t) \to c_2(t)$
  allora $[a\,u_1(t) + b\,u_2(t)] \to [a\,c_1(t) + b\,c_2(t)]$
- Stazionario:
  se $u(t) \to c(t)$ allora $u(t+\tau) \to c(t+\tau)$

MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 388 9837745

Ciò che ci poniamo come obiettivo è ottenere un prodotto come lo desideriamo. → obiettivo del controllo

La funzione $c(t)$ dovrà avvicinarsi ad un set point di riferimento $r(t)$.