UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE

CENTRO DE TECNOLOGIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO E AUTOMAÇÃO

CURSO DE ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO E AUTOMAÇÃO



RELATÓRIO DA 3º EXPERIÊNCIA

Controle de Sistemas Dinâmicos: Sistema de Segunda Ordem.

##### LABORATÓRIO DE SISTEMAS DE CONTROLE

ANDOUGLAS GONÇALVES DA SILVA JÚNIOR

CHRISTIAN RAPHAEL FRANCELINO BARI

DAVI FREIRE MAIA BOMFIM

DEÂNGELI GOMES NEVES

DEÂNGELO GOMES NEVES

**NATAL**

MARÇO / 2013ANDOUGLAS GONÇALVES DA SILVA JÚNIOR

CHRISTIAN RAPHAEL FRANCELINO BARI

DAVI FREIRE MAIA BOMFIM

DEÂNGELI GOMES NEVES

DEÂNGELO GOMES NEVES

**RELATÓRIO DA 3º EXPERIÊNCIA**

|  |  |
| --- | --- |
|  | Segundo Relatório Parcial apresentado à disciplina de Laboratório de Sistemas de Controle, correspondente à avaliação da 2º unidade do semestre 2013.1 do 8º período do curso de Engenharia de Computação e Automação da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, sob orientação do **Prof. Fábio Meneghetti Ugulino de Araújo.** |

**NATAL**

**MARÇO / 2013**

RESUMO

O presente trabalho descreve a análise teórica e prática dos sistemas de segunda ordem utilizados nos diversos projetos de controle. Aborda também a implementação das variáveis nesses projetos, como: tempo de acomodação, tempo de subida, tempo de pico e sobressinal. Além disso, apresenta comportamentos e conclusões a respeito de definições como fator de amortecimento e frequência natural de oscilação.

LISTA DE FIGURAS

|  |  |
| --- | --- |
| **Figura 1.** Tipos de sistemas de 2ª Ordem ............................................................. | 5 |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

SUMÁRIO

|  |  |
| --- | --- |
| **1 INTRODUÇÃO** .........................................................................................  1.1 Sistema de malha aberta .............................................................. | 5  5 |
| **2 DESENVOLVIMENTO** .............................................................................  2.1 Controle P..................................................................................... | 8  8 |
| 2.2 Controle PI.....................................................................................  2.3 Controle PD...................................................................................  2.4 Controle PID..................................................................................  2.5 Controle PI-D................................................................................ | 10  11  14  15 |
| **3 CONCLUSÃO** .......................................................................................... | 17 |
| **4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS** ....................................................... | 18 |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

**INTRODUÇÃO TEÓRICA**

Nas análises em sistemas de controle, além dos controladores projetados para determinadas ações, também se está interessado em alguns valores na saída desse sistema. O projeto de controladores está diretamente relacionado com fatores como tempo de acomodação e de subida, sobressinal e outras grandezas que afetam diretamente no comportamento de uma determinada planta.

Para que se possa entender a influência dessas informações é necessário conhecer o significado de cada uma, onde são aplicadas e como serão afetadas na utilização de cada controlador.

Incialmente analisa-se um sistema de segunda ordem, dado por:

Definem-se três grandezas importantes em sistemas de controle:

1. Fator de Amortecimento (ξ)
2. Frequência Natural de Oscilação ()
3. Ganho (K)

Tem-se que:

; ;

Portanto:

Aplicando Laplace na equação acima e considerando :

Essa equação é uma generalização aos sistemas de segunda ordem cujo pólos serão:

De acordo com valores do fator de amortecimento é possível dividir os sistemas de segunda ordem em três grupos característicos:

1. **Sistema Subamortecido**

Neste caso o sistema tem dois pólos complexos conjugados e tem como intervalo de valores para o fator de amortecimento: . Este sistema apresenta oscilação.

1. **Sistema Criticamente Amortecido**

Os pólos desse sistema são reais e iguais. Com relação ao fator de amortecimento, seu valor é igual a 1(um).

1. **Sistema Sobreamortecido**

Por fim, neste sistema os pólos são reais e diferentes. O valor do fator de amortecimento é maior que 1(um). A medida que esse valor aumenta, o sistema fica mais parecido com um sistema de primeira ordem.

A figura 1 apresenta quatro gráficos para exemplificar cada um dos sistemas apresentado, além de mostrar, no caso do sobreamortecido, a aproximação do sistema a um caso de primeira ordem com o aumento do fator de amortecimento.

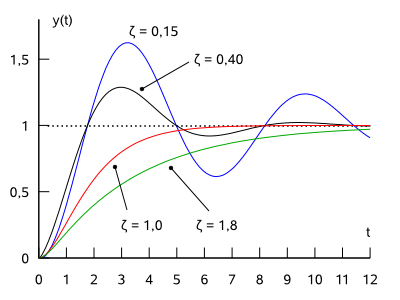


Figura 1 - Exemplo dos três tipos de sistemas

Sabendo os tipos de sistema de segunda ordem existente, a influência do valor de amortecimento em cada um e a existência de um ganho K e uma frequência natural, é possível, no ponto de vista de controle, analisar pontos específicos da saída de um sistema e relaciona-los com as ações proporcionais, integrais e derivativas usadas para projetar os controladores.

Alguns pontos importantes da resposta de um sistema são definidos abaixo.

1. Tempo de Subida – Corresponde ao tempo necessário para que o valor final seja atingido pela primeira vez. Esse tempo pode ser calculado da seguinte forma:

Onde:

1. Tempo de Acomodação – Corresponde ao tempo que leva para que o sistema entre em uma faixa de valores estabelecidos em torno do valor final. Em outras palavras, é o tempo que leva para o sistema estabilizar. Essa faixa, geralmente, é dada em porcentagem. Existem duas faixas de valores mais comuns utilizados para determinar o tempo de acomodação:

* 2%

Calculado da seguinte forma:

* 5%

Calculado da seguinte forma:

1. Tempo de Pico – Corresponde ao tempo em que o sistema atingiu o primeiro valor de pico do Sobressinal. Ele pode ser obtido por:

Onde:

1. Sobressinal (Overshoot) – Corresponde ao maior valor de pico da curva de resposta tendo como referência o valor final. Calcula-se da seguinte forma:

Por fim, cada ação (proporcional, integral e derivativa) influenciará de uma forma distinta em cada ponto apresentado.

Ação Proporcional - A ação proporcional apenas aplica um ganho no sistema, não modificando de forma direta, nenhum ponto definido anteriormente.

Ação Integrativa – A ação integrativa não modifica os pontos relacionados ao regime transitório. Porém, influencia no regime permanente modificando o tempo de acomodação do sistema.

Ação Derivativa – A ação derivativa atua no regime transitório, influenciando nos valores de sobressinal, tempo de subida e tempo de pico. Não atua no regime permanente.