



## MODELAGEM E IDENTIFICAÇÃO DE SISTEMAS DINÂMICOS

*Tiago Valmir Trennepohl<sup>2</sup>*

**INTRODUÇÃO:** Identificação de sistemas é uma área do conhecimento que estuda técnicas alternativas de modelagem matemática, desenvolver e implementar modelos matemáticos de sistemas reais. Uma das características dessas técnicas é que pouco ou nenhum conhecimento prévio do sistema é necessário e, conseqüentemente, tais métodos são também referidos como modelagem (ou identificação) caixa preta que é constituído baseando-se em dados de entrada e de saída do sistema. Os modelos referidos no presente trabalho são equações matemáticas que visam uma representação de um processo físico real. De modo geral, quanto mais complexa for a equação matemática associada ao sistema, mais próxima do real será a representação do sistema físico. O modelo de um sistema caracteriza-se pela descrição adequada das propriedades do sistema para um determinado objetivo. Uma medida da qualidade de um modelo é o erro entre as saídas do modelo e do sistema (erro de predição), este deve ser pequeno em valor absoluto, pois assim, garante-se que o modelo estará o mais próximo do sistema real. A técnica utilizada foi a das variáveis instrumentais recursivo e o modelo utilizado para descrever os sistemas foi a estratégia ARX. Para que o objetivo fosse alcançado, com a metodologia proposta, os valores iniciais dos coeficientes foram arbitrados em zeros.

**METODOLOGIA:** A semelhança no comportamento dinâmico dos sistemas físicos permite que se desenvolva um padrão analítico de estudo de sistemas. Com isso pode-se observar que há para um desenvolvimento de sistemas três estágios: O primeiro é obter um modelo matemático para representar o sistema, cujo comportamento se ajuste suficientemente bem ao comportamento do sistema real, num segundo momento deve-se estudar o comportamento dinâmico do modelo, e por último aplicar o modelo para a solução de um problema.

i) modelo matemático: os trabalhos existentes na literatura partem da premissa que a ordem do sistema é sempre conhecida, ou seja, parte-se do princípio que a ordem já está determinada. Com isto, a cada sistema diferente a sua ordem deve ser conhecida (fornecida) para que a metodologia proposta apresente resultados.

ii) comportamento dinâmico do sistema: uma vez que a identificação se propõe a obter modelos a partir de dados, é necessário gerar tais dados. Muitas vezes, os únicos dados disponíveis serão dados de "operação normal".

iii) validação do modelo: tendo obtido o modelo, é necessário verificar se ele incorpora ou não as características de interesse do sistema original. Essa etapa é certamente muito subjetiva, sendo que o resultado da validação dependerá fortemente da aplicação pretendida para o modelo e da quantidade de informação disponível sobre o sistema original.

Para a realização das simulações do estimador, foi utilizado o software MatLab/C++. Já para a realização dos ensaios práticos, utilizou-se uma placa de aquisição de dados com seis canais analógico-digitais, para a obtenção dos sinais de entrada e saída do sistema e posterior utilização no estimador.

**RESULTADOS:** A Identificação de sistemas se propõe a obter um modelo matemático que explique, pelo menos em parte e de forma aproximada, a relação de causa e efeito presente nos dados. Ou seja, tenta-se responder à pergunta: que modelo há que, ao ser excitado por uma entrada  $u(k)$ , resulta na saída  $y(k)$ ? Neste trabalho, para a validação



do modelo proposto, o programa que o representa foi simulado, para sistemas de ordem 1,2,3,4,5 e 6. A partir dos parâmetros estimados (obtidos pelo programa), e do sistema real (conhecido a priori), foi feita uma comparação entre eles usando uma entrada em degrau e posteriormente uma entrada aleatória para verificar o comportamento das saídas, podendo assim avaliar a aproximação do modelo estimado do sistema real. Comparando os gráficos de saída do sistema real e do modelo estimado gerados no MatLab/C++, percebe-se que os sistemas até quarta ordem apresentaram resultados semelhantes, ou seja, os parâmetros estimados são praticamente iguais aos parâmetros do sistema real. Já para os sistemas de ordem 5 e 6 eles apresentam saídas ligeiramente diferentes, contudo as características dinâmicas do sistema real estão presentes no sistema estimado, nestes casos os parâmetros estimados possuem valores diferentes dos parâmetros do sistema real. Concluída essa etapa de avaliação do desempenho do estimador, passou-se a trabalhar na parte de aquisição de dados de um sistema real, primeiramente um circuito RLC, essa aquisição era realizada por uma placa de aquisição de dados conectada ao barramento ISA do PC. Essa placa adquiria os dados de entrada e saída do sistema para posterior emprego no estimador. **CONCLUSÕES:** Neste trabalho observou-se que a técnica utilizada, juntamente com o modelo escolhido obteve bons resultados, pois os resultados obtidos em sua grande maioria foram praticamente idênticos aos dos sistemas reais. Embora nas simulações os parâmetros dos sistemas de ordem 5 e 6 encontrados divergem um pouco dos parâmetros dos sistemas reais, é possível verificar que as dinâmicas presentes nos sistemas reais estão representadas no modelo. Além disso, o estimador demonstrou um bom desempenho quando na utilização dos dados adquiridos pela placa de aquisição de dados, porém notou-se que os sinais adquiridos pela placa apresentavam um nível de ruído considerável, o qual acabava interferindo na estimação dos parâmetros. Apoio: PIBIC/UNIJUI