

*Controlo Inteligente*

Realizado por:

Daniel Sousa, nº52727

João Carvalho, nº 49341

2º Trabalho

Redes neuronais ma identificação e controlo de um processo térmico

# Índice

[Índice 3](#_Toc56262960)

[Introdução Teórica 5](#_Toc56262961)

[Aquisição dos dados 9](#_Toc56262962)

[Treino da rede do sistema 9](#_Toc56262963)

[Comparação com o modelo ARX obtido no laboratório passado 11](#_Toc56262964)

[Conclusão 15](#_Toc56262965)

[Bibliografia utilizada 17](#_Toc56262966)

# Introdução Teórica

As redes neuronais têm algumas parecenças com os neurónios que existem no sistema nervoso humano. O neurónio “artificial” é composto por *i* entradas, (ou potenciais de ação), a que estão associados pesos (ou coesão das ligações sinápticas) A função ativação, ,do neurónio devolve a sua resposta, tendo como parâmetro de entrada a soma ponderada das entradas e a polaridade, *b*. A figura abaixo ilustra a estrutura de um neurónio.

Uma imagem com objeto, relógio

Descrição gerada automaticamente

Figura 1- Neurónio artificial

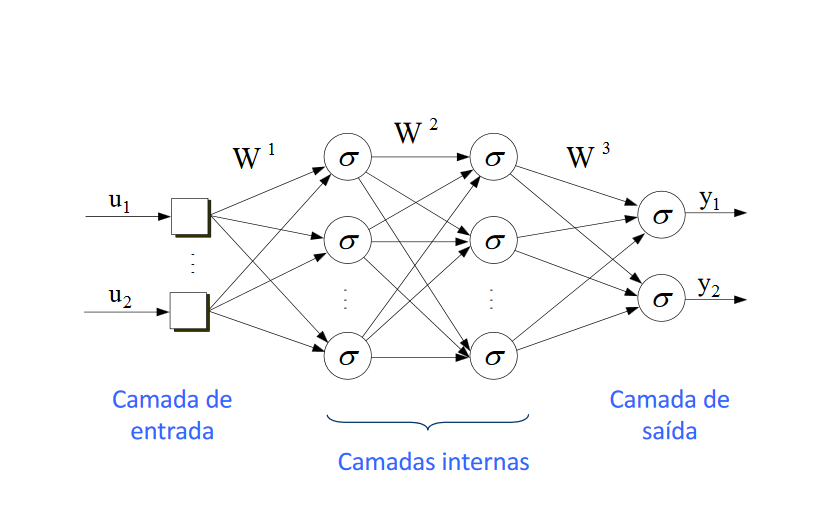
 Uma rede neuronal é formada por vários neurónios, tendo uma camada de entrada e outra de saída:

Figura 2- Rede Neuronal

 De forma a incorporar informação temporal na rede neuronal, podemos utilizar o vetor de regressão associado ao modelo NARX (*Nonlinear AutoRegressive with eXogenous input*). Desta forma a saída da rede neuronal vai ser uma função que tem como argumento o vetor de regressão.

Os parâmetros da rede neuronal são treinados de forma a minimizar o erro entre a saída da rede e a saída do processo a modelar.

As arquiteturas de controlo neuronal utilizadas neste trabalho foram:

* Controlo Neuronal Inverso Direto;
* Controlo por modelo interno (*IMC*);

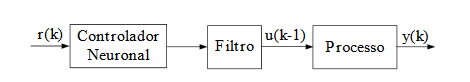


Figura 3- Modelo do controlador neuronal Inverso Direto

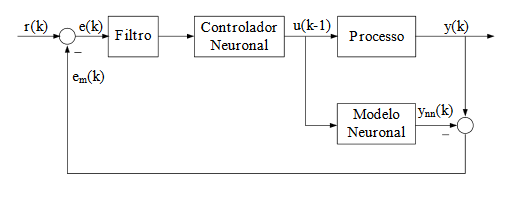


Figura 4- Modelo do controlador neuronal IMC

O filtro presente nos dois modelos é um filtro passa-baixo com ganho estático unitário. É utilizado de forma a evitar variações bruscas ou do controlador neuronal, no caso da figura 3, ou do erro e(k) do controlador IMC.

Durante a resolução deste trabalho, utilizámos, no modelo *IMC*, um filtro depois do controlador neuronal, e não antes deste.

A função transferência de um filtro de primeira ordem é dado por:

Sendo 1/a a localização pretendida do pólo do filtro.

# Aquisição dos dados

Através de um script, disponibilizado pelo professor, obtiveram-se dois conjuntos de dados. Um de estimação e outro de validação. Estes dados retratavam a resposta do sistema a um conjunto de valores de entrada, obtidos aleatoriamente, de 500 amostras com valores pertencentes ao intervalo: [2,0;5,0] V.

# Treino da rede do sistema

No treino da rede neuronal, após vários treinos com redes de 3 camadas com um número diferente de neurónios, optou-se por uma rede com 4 neurónios (que era o número mínimo pedido) na camada interna. Isto porque, para além do erro associado a cada rede, também tivemos em conta a especialização da rede, que aumenta com o número de neurónios. Quanto mais especializada for uma rede, menor a sua capacidade de representar o comportamento do sistema para conjuntos de dados diferentes àqueles de treino.

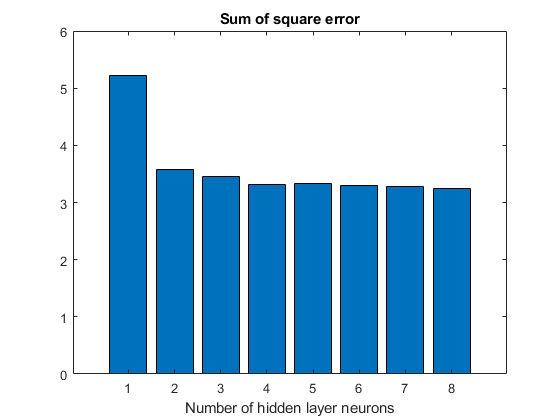


Figura - Erro quadrático da rede segundo o número de neurónios da camada interna

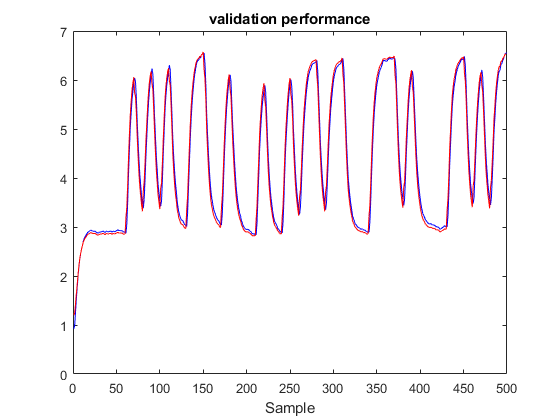


Figura - Resposta da rede com os dados de validação

Valor dos pesos e polaridade da rede obtida:

# Comparação com o modelo ARX obtido no laboratório passado

A partir do cálculo do erro quadrático da simulação com os dados de alidação, pode se concluir que a rede neuronal é mais próxima ao comportamento do sistema do que o modelo ARX (3,1,2). Isto é, neste caso, a rede neuronal tem um melhor desempenho.

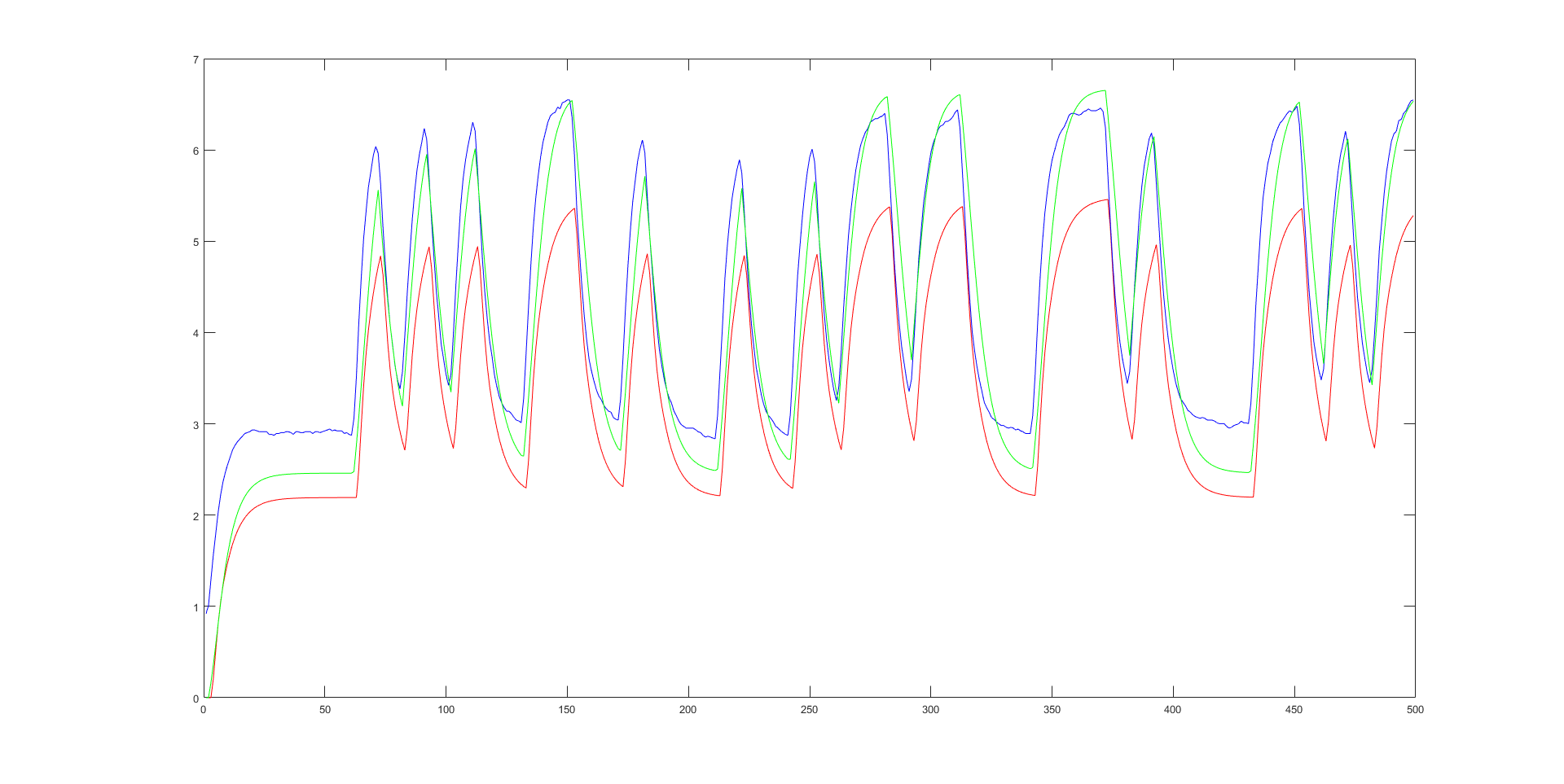


Figura - Resposta da rede neuronal e do modelo ARX (3,1,2) – a vermelho o modelo ARX, a verde o modelo neuronal e a azul a saída do processo

# Conclusão

# Bibliografia utilizada