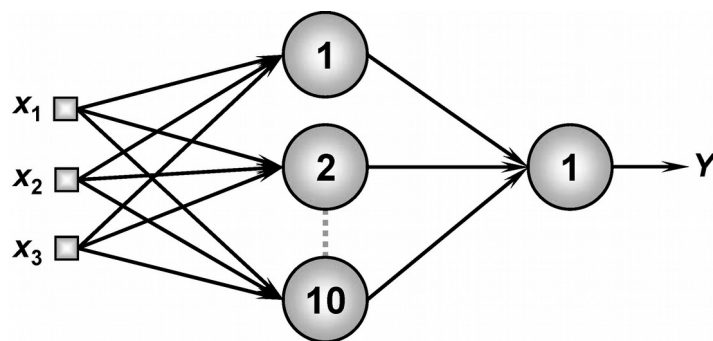


Realizar um relatório dos projetos entregando até o dia 10 de outubro as 23:59

### Projeto Prático 01 (aproximação de função)

Para confecção de um processador de imagens de ressonância magnética observou-se que a variável  $\{y\}$ , *que mede* a energia absorvida do sistema, poderia ser estimada a partir da medição de três outras grandezas  $\{X_1, X_2, X_3\}$ . Entretanto, em função da complexidade do processo, sabe-se que este mapeamento é de difícil obtenção por técnicas convencionais, sendo que o modelo matemático disponível para sua representação tem fornecido resultados insatisfatórios.

Assim, a equipe de engenheiros e cientistas pretende utilizar um Perceptron Multicamadas como um aproximador universal de funções, tendo-se como objetivo final a estimação (após o treinamento) da energia absorvida  $\{y\}$  em função dos valores de  $X_1$ ,  $X_2$  e  $X_3$ . A topologia da rede a ser implementada, constituída de duas camadas neurais é ilustrada abaixo:



Utilizando o algoritmo de aprendizagem backpropagation (regra Delta generalizada), com as amostras de treinamento apresentadas no arquivo Treinamento\_projeto\_1\_MLP.xls e assumindo-se também que todas as saídas já estejam normalizadas, realize as atividades:

1) Execute cinco treinamentos para a rede MLP, inicializando-se as matrizes dos pesos com valores aleatórios em cada treinamento. Utilize a função de ativação logística (sigmoide) para todos os neurônios, com taxa de aprendizagem de 0,1 e precisão de  $10^{-6}$ .

2) Registre os resultados finais dos treinamentos na tabela abaixo:

Treinamento	Erro quadrático médio	Número total de épocas
T1		
T2		
T3		
T4		
T5		

3) Para os treinamentos com o maior numero de épocas, trace os respectivos gráficos dos valores erros quadráticos médio em relação as épocas.

4) Baseado no item 2, explique de forma detalhada por que o erro quadrático médio e o numero total de épocas variam entre os treinamentos.

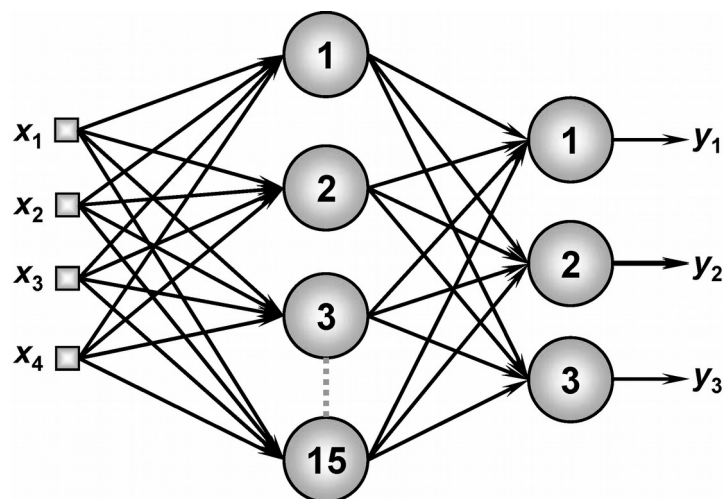
5) Para todos os treinamento realizados faça validação da rede aplicando o conjunto de dados do arquivo Teste\_projeto\_1\_MLP.xls, calculando o erro relativo médio entre os valores desejados e fornecidos pela rede e a variância do erro.

6) Fundamentado no item 5 qual dos treinamentos seria o mais adequado fornecendo maior generalização.

### Projeto prático 2 (classificação de padrões)

No processamento de bebidas, a aplicação de um determinado conservante é feita em função da combinação de quatro variáveis do tipo real, definidas por  $x_1$  (teor de água),  $x_2$  (grau de acidez),  $x_3$  (temperatura e  $x_4$  (tensão interfacial). Sabe-se que existem apenas três tipos de conservantes que podem ser aplicados, os quais são definidos por A, B e C. Em seguida realizando-se ensaios em laboratórios a fim de especificar qual tipo deve ser aplicado em uma bebida especifica.

A partir de 148 ensaios executados em laboratórios, a equipe de engenheiros resolveu aplicar uma rede MLP como classificador de padrões para identificar o qual conservante seria utilizado. Foi implementada uma rede com a topologia abaixo:



A padronização para a saída é conforme a tabela abaixo:

Tipo de conservante	$y_1$	$y_2$	$y_3$
Tipo A	1	0	0
Tipo B	0	1	0

Tipo C	0	0	1
--------	---	---	---

Utilizando os dados de treinamento do arquivo Treinamento\_projeto\_2\_MLP.xls execute o treinamento da rede proposta e faça as seguintes atividades:

1) Faça o treinamento da rede, por meio do algoritmo backpropagation convencional, com as matrizes de pesos com valores aleatórios, com função de ativação sigmoide para todos, taxa de aprendizado de 0,1 e precisão de  $10^{-6}$

2) Efetue o treinamento da rede com o algoritmo backpropagation com momentum, utilizando as mesmas matrizes de pesos do item anterior. Com função de ativação sigmoide, taxa de aprendizado de 0,1, fator de momentum de 0,9 e precisão de  $10^{-6}$

3) Para os dois treinamentos anteriores trace os gráficos com os erros quadráticos médios pelo numero de épocas e avalie o tempo do processamento do treinamento analiticamente.

4) Dado que que é um problema de classificação implemente a rotina de pós-processamento convertendo a saída de numero reais para inteiros. Para  $y_{ant} < 0,5$ ,  $y_{pos} = 0$  e caso contrário  $y_{pos} = 1$ .

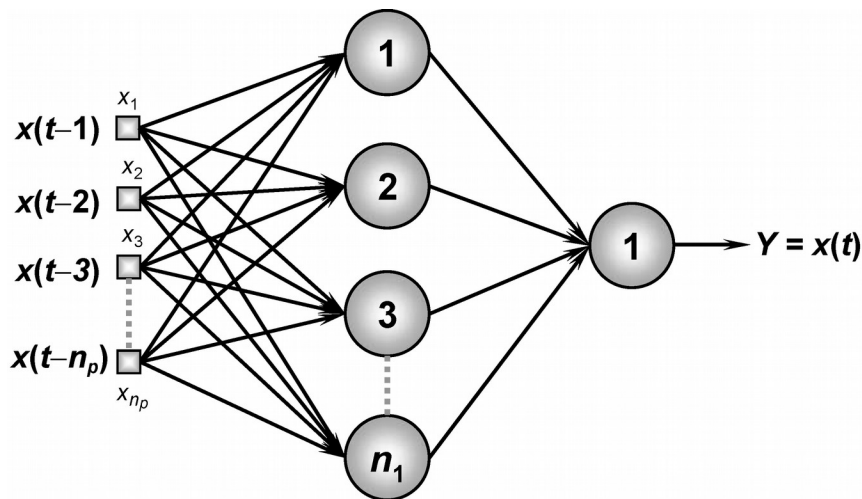
5) Realize a validação das redes treinadas com as saídas pós-processadas utilizando os dados do arquivo Teste\_projeto\_2\_MLP.xls. Preencha a tabela tabela abaixo, obtendo a matriz de confusão e a taxa de acerto de cada treinamento avaliando qual dos treinamentos foi mais eficiente.

Amostr a	x1	x2	x3	x4	D1	D2	D3	Y1	Y2	Y3
1										
2										
...										
18										
Taxa de acertos										

### Projeto Prático 3 (Sistemas variantes no tempo)

O preço das ações de uma empresa comercializada no mercado financeiro de ações, possui um histórico de variação de valor conforme o arquivo Treinamento\_projeto\_3\_MLP.xls.

Um grupo de engenheiros quer aplicar uma rede PMC para prever o valor futuro das ações da empresa para determinar os melhores momentos para a realização de operações de compra ou venda, para isto utilizou pensaram em utilizar uma arquitetura PMC as topologia time delay neural network (TDNN) candidatas conforme a figura abaixo:



As topologias candidatas para a implementação foram:

TDNN 1 – 5 entradas, com  $n_1=10$ ;

TDNN 1 – 10 entradas, com  $n_1=15$ ;

TDNN 1 – 15 entradas, com  $n_1=25$ ;

Utilizando o algoritmo backpropagation com momentum realize as seguintes atividades:

1) Execute três treinamentos para cada topologia candidata com matrizes de pesos aleatórias. Utilize a função de ativação sigmoide para todos os neurônios, taxa de aprendizado de 0,1, fator de momentum de 0,8 e precisão de  $0,5 \times 10^{-6}$

2) Preencha a tabela abaixo:

Treinamento	TDNN 1		TDNN2		TDNN3	
	Em	Épocas	Em	Épocas	Em	Épocas
T1						
T2						
T3						

3) Para todos os treinamentos efetuados no item 2, faça a validação das três topologias utilizando os dados do arquivo Teste\_projeto\_3\_MLP.xls. Obtenha para cada treinamento o erro médio e a variância. Preencha uma tabela com valores obtidos.

Valores		TDNN1			TDNN2			TDNN3		
Amostr as	x(t)	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3
...										
Erro médio										
Variância										

4) Para cada uma das topologias candidatas (considerando o melhor treinamento de cada uma), trace os gráficos do erro médio pelo número de amostras e os gráficos dos valores desejados frente aos estimados da série temporal ( $t=101, \dots, 120$ ).

5) Baseado nas análises realizadas identifique qual das topologias candidatas e com qual configuração final dos pesos nos treinamentos permite a maior generalização da série temporal.