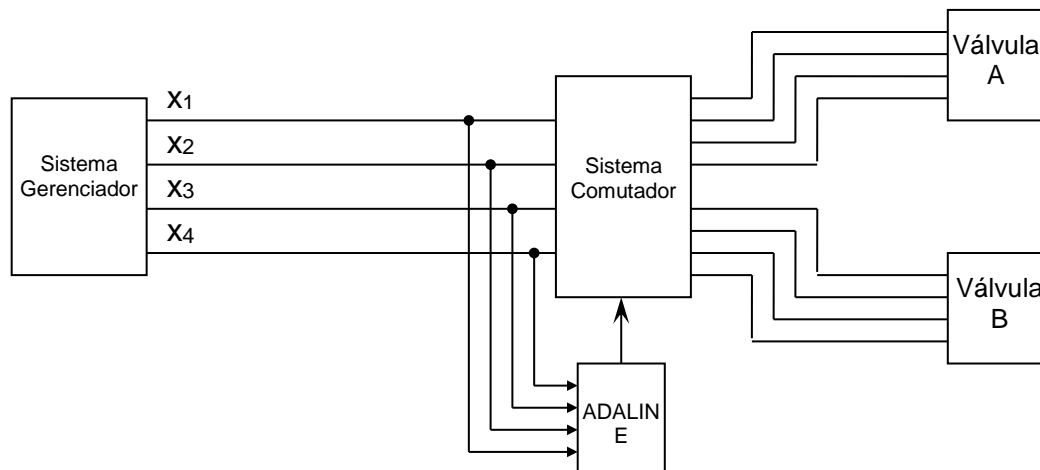
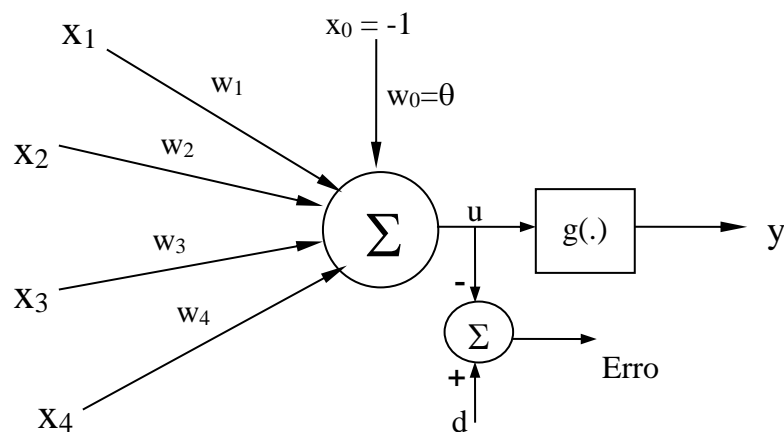


Um sistema de gerenciamento automático de controle de duas válvulas, situado a 500 metros de um processo industrial, envia um sinal codificado constituído de quatro grandezas $\{x_1, x_2, x_3 \text{ e } x_4\}$ que são necessárias para o ajuste de cada uma das válvulas. Conforme mostra a figura abaixo, a mesma via de comunicação é utilizada para acionamento de ambas as válvulas, sendo que o comutador localizado próximo das válvulas deve decidir se o sinal é para a válvula A ou B.



Entretanto, durante a transmissão, os sinais sofrem interferências que alteram o conteúdo das informações transmitidas. Para resolver este problema, a equipe de engenheiros e cientistas pretende treinar uma rede ADALINE para classificar os sinais ruidosos, confirmando ao sistema comutador se os dados devem ser encaminhados para o comando de ajuste da válvula A ou B.

Assim, baseado nas medições dos sinais já com ruídos, formou-se o conjunto de treinamento em anexo, tomando por convenção o valor -1 para os sinais que devem ser encaminhados para o ajuste da válvula A e o valor $+1$ se os mesmos devem ser enviados para a válvula B. Assim, a estrutura do ADALINE é mostrada na figura seguinte.



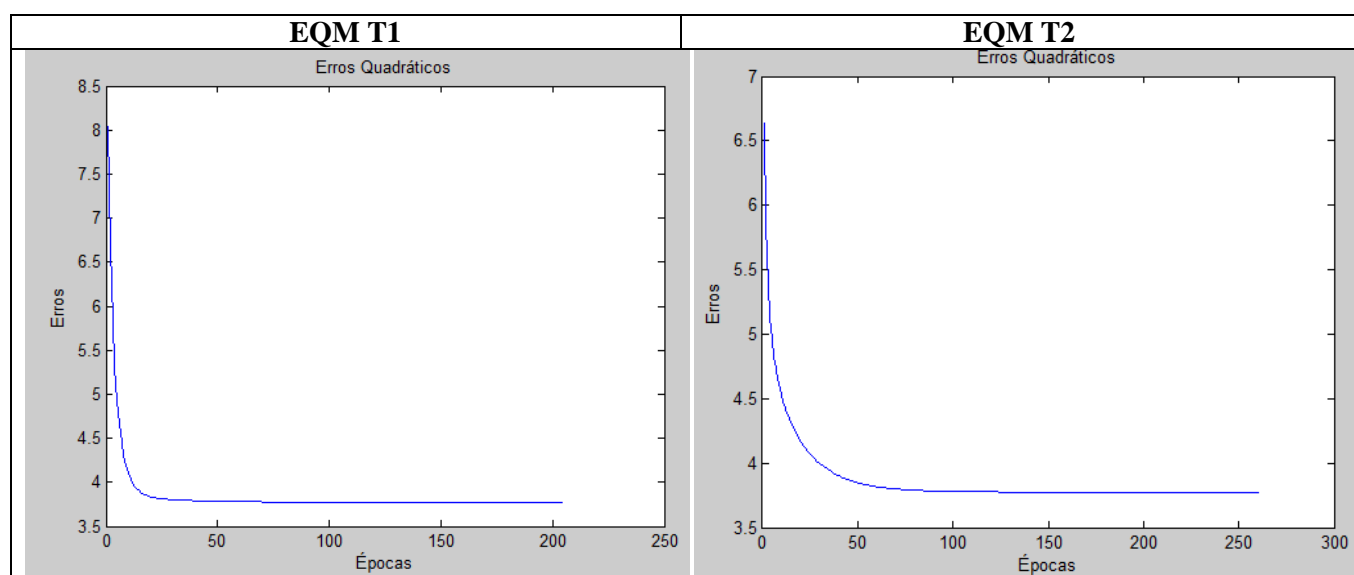
Utilizando o algoritmo de treinamento da Regra Delta para classificação de padrões no ADALINE, realize as seguintes atividades:

1. Execute 5 treinamentos para a rede ADALINE inicializando o vetor de pesos em cada treinamento com valores aleatórios entre zero e um. Se for o caso, reinicie o gerador de números aleatórios em cada treinamento, de tal forma que os elementos do vetor de pesos iniciais não sejam os mesmos. Utilize taxa de aprendizado $\eta = 0.0025$ e precisão $\varepsilon = 10^{-6}$.

2. Registre os resultados dos 5 treinamentos acima na tabela abaixo:

Treinamento	Vetor de Pesos Inicial					Vetor de Pesos Final					Número de Épocas
	W0	W1	W2	W3	W4	W0	W1	W2	W3	W4	
1º (T1)											
2º (T2)											
3º (T3)											
4º (T4)											
5º (T5)											

3. Para os dois primeiros treinamentos realizados acima, trace então os respectivos gráficos dos valores de erro quadrático médio (EQM) em função de cada época de treinamento. Imprima os dois gráficos numa mesma folha.



4. Para todos os treinamentos realizados, aplique então a rede ADALINE para classificar e indicar ao comutador se os sinais seguintes devem ser encaminhados para a válvula A ou B.

Amostra	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	y (T1)	y (T2)	y (T3)	y (T4)	y (T5)
1	0.9694	0.6909	0.4334	3.4965					
2	0.5427	1.3832	0.6390	4.0352					
3	0.6081	-0.9196	0.5925	0.1016					
4	-0.1618	0.4694	0.2030	3.0117					
5	0.1870	-0.2578	0.6124	1.7749					
6	0.4891	-0.5276	0.4378	0.6439					
7	0.3777	2.0149	0.7423	3.3932					
8	1.1498	-0.4067	0.2469	1.5866					
9	0.9325	1.0950	1.0359	3.3591					
10	0.5060	1.3317	0.9222	3.7174					
11	0.0497	-2.0656	0.6124	-0.6585					
12	0.4004	3.5369	0.9766	5.3532					
13	-0.1874	1.3343	0.5374	3.2189					
14	0.5060	1.3317	0.9222	3.7174					
15	1.6375	-0.7911	0.7537	0.5515					

5. Embora o número de épocas de cada treinamento realizado no item 2 seja diferente, explique por que então os valores dos pesos continuam praticamente inalterados.

Considerando que a rede Adaline tem como intuito encontrar o peso sináptico ótimo, w^ , para a ponderação das amostras, por meio da minimização do erro quadrático. Como pode ser verificado nos gráficos do Erro Quadrático Médio dos treinamentos T1 e T2, observa-se que as curvas são sempre descendentes, mesmo havendo variações do número de épocas.*

Assim, o algoritmo de minimização do erro é executado até que se encontre o ponto mínimo da função, logo, observa-se ínfimas variações nos pesos obtidos, independentemente da amostra aleatória inicial. Logo, verifica-se que, o número de época pode variar, dado o caráter aleatório de inicialização dos pesos; todavia isto se explica, pois ora os pesos podem estar mais próximos de w^ o que infere um número menor de épocas necessárias para o ajuste.*

ANEXO – Conjunto de Treinamento.

Amostra	x₁	x₂	x₃	x₄	d
01	0.4329	-1.3719	0.7022	-0.8535	1.0000
02	0.3024	0.2286	0.8630	2.7909	-1.0000
03	0.1349	-0.6445	1.0530	0.5687	-1.0000
04	0.3374	-1.7163	0.3670	-0.6283	-1.0000
05	1.1434	-0.0485	0.6637	1.2606	1.0000
06	1.3749	-0.5071	0.4464	1.3009	1.0000
07	0.7221	-0.7587	0.7681	-0.5592	1.0000
08	0.4403	-0.8072	0.5154	-0.3129	1.0000
09	-0.5231	0.3548	0.2538	1.5776	-1.0000
10	0.3255	-2.0000	0.7112	-1.1209	1.0000
11	0.5824	1.3915	-0.2291	4.1735	-1.0000
12	0.1340	0.6081	0.4450	3.2230	-1.0000
13	0.1480	-0.2988	0.4778	0.8649	1.0000
14	0.7359	0.1869	-0.0872	2.3584	1.0000
15	0.7115	-1.1469	0.3394	0.9573	-1.0000
16	0.8251	-1.2840	0.8452	1.2382	-1.0000
17	0.1569	0.3712	0.8825	1.7633	1.0000
18	0.0033	0.6835	0.5389	2.8249	-1.0000
19	0.4243	0.8313	0.2634	3.5855	-1.0000
20	1.0490	0.1326	0.9138	1.9792	1.0000
21	1.4276	0.5331	-0.0145	3.7286	1.0000
22	0.5971	1.4865	0.2904	4.6069	-1.0000
23	0.8475	2.1479	0.3179	5.8235	-1.0000
24	1.3967	-0.4171	0.6443	1.3927	1.0000
25	0.0044	1.5378	0.6099	4.7755	-1.0000
26	0.2201	-0.5668	0.0515	0.7829	1.0000
27	0.6300	-1.2480	0.8591	0.8093	-1.0000
28	-0.2479	0.8960	0.0547	1.7381	1.0000
29	-0.3088	-0.0929	0.8659	1.5483	-1.0000
30	-0.5180	1.4974	0.5453	2.3993	1.0000
31	0.6833	0.8266	0.0829	2.8864	1.0000
32	0.4353	-1.4066	0.4207	-0.4879	1.0000
33	-0.1069	-3.2329	0.1856	-2.4572	-1.0000
34	0.4662	0.6261	0.7304	3.4370	-1.0000
35	0.8298	-1.4089	0.3119	1.3235	-1.0000