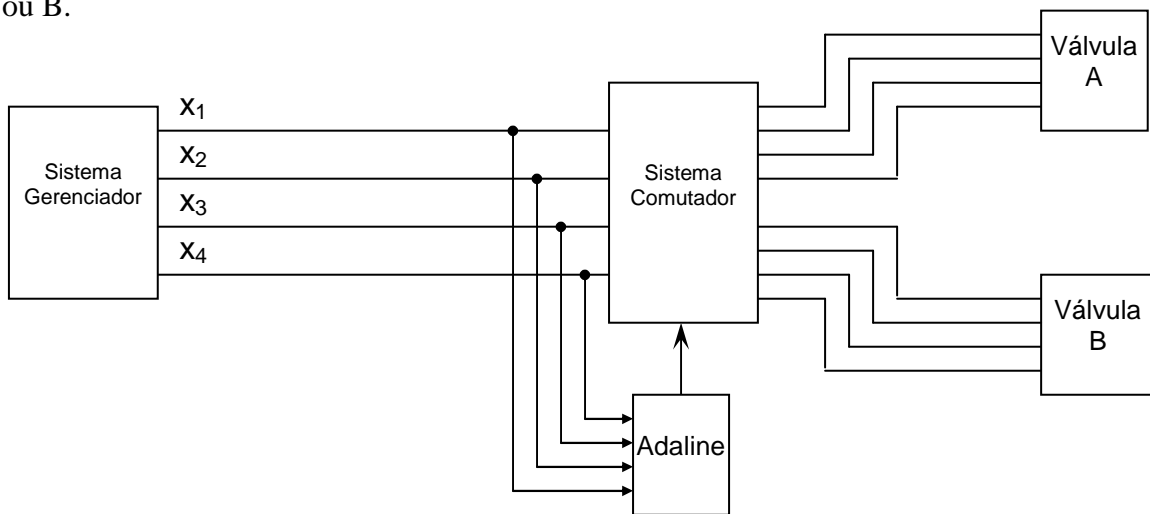


# Redes Neurais Artificiais

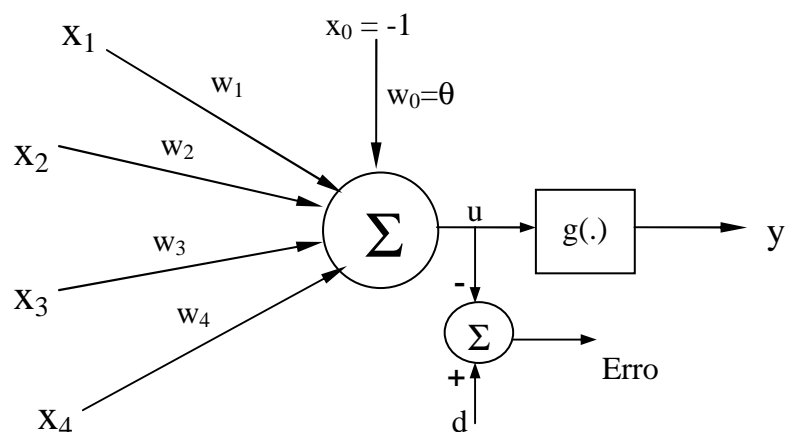
## Adaline e Regra Delta

Um sistema de gerenciamento automático de ajuste 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 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 dos sinais os mesmos sofrem interferências que alteram o conteúdo das informações contidas nos sinais transmitidos. Para resolver este problema a equipe de engenheiros e cientistas pretende treinar uma rede ADALINE para classificar os sinais ruidosos e confirmar 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 abaixo.



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  $\epsilon = 10^{-6}$ .
2. Registre os resultados dos 5 treinamentos acima na tabela abaixo:

Treinamento	Vetor de Pesos Inicial					Vetor de Pesos Final					Número de Épocas
	$w_0$	$w_1$	$w_2$	$w_3$	$w_4$	$w_0$	$w_1$	$w_2$	$w_3$	$w_4$	
1º (T1)											
2º (T2)											
3º (T3)											
4º (T4)											
5º (T5)											

3. Para os dois primeiros treinamentos realizados acima trace 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 acima, aplique a rede ADALINE para classificar e indicar ao comutador se os sinais abaixo 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.

### OBSERVAÇÕES:

1. A atividade pode ser realizado em duplas. Se for o caso, entregar somente uma atividade com o nome dos dois integrantes.
2. Enviar o programa fonte referente à implementação no ambiente MOODLE.

### ANEXO – Conjunto de Treinamento.

Padrão	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$d$
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