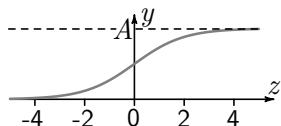


E1 - Djupinläring (10 p)

Moderna ANN (artificiella neurala nätverk) består av miljarder av neuroner. Varje neuron omvandlar sin indata $x_1, x_2, \dots, x_n$ till utdata y . Först beräknas

$$z = w_1x_1 + w_2x_2 + \dots + w_nx_n + b$$

med reella vikter w_i och reell bias b . Därefter appliceras en *transferfunktion* på z för att få fram det slutgiltiga resultatet $y(x_1, x_2, \dots)$. I den här uppgiften ska du undersöka en fysisk modell av en neuron med elektriska spänningar x_1 och x_2 som indata, och med transferfunktion $A\sigma(z)$, enligt grafen nedan, där $\sigma(z) = 1/(1 + \exp(-z))$ kallas sigmoidfunktion.



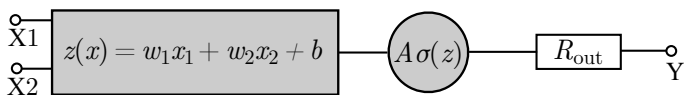
Utrustning

Viktigt! Stäng inte av några eluttag.

- (i) En låda med en spänningskälla, en elektrisk krets som modellerar en neuron, och två potentiometrar (A-potentiometern och B-potentiometern). De elektriska portarna på lådan är märkta enligt följande:

- 1 Två sammankopplade jordade portar (GND): den elektriska *jordningen* fungerar som en gemensam referensport för +V, x_1 , x_2 och y .
 - 2 +V: den positiva porten för spänningskällan.
 - 3 X1 and X2: de positiva ingångarna för neuronens ingångsspänningar x_1 respektive x_2 .
- Neuronen ger ett oförutsägbart resultat om någon av dessa ingångar saknar pålagd spänning.**

- 4 Y: den positiva utgångsporten. Den betar sig som en riktig spänningskälla, bestående av en ideell spänningskälla med spänning y och ett seriekopplat motstånd R_{out} , och fungerar enligt figuren nedan.



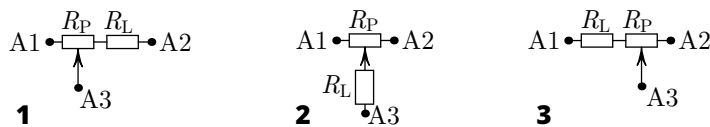
- 5 A1, A2, A3: portar till A-potentiometern.
- 6 B1, B2, B3: portar till B-potentiometern.
- 7 T: port som inte används i den här uppgiften.

- (ii) Digital multimeter med två kablar försedda med prober.
- (iii) Kablar med banankontakter. Två eller fler sladdar kan kopplas till samma port i lådan genom att använda hålen i banankontakterna. Använd inte banankontakterna tillsammans med multimetern för då kan anslutningen bli instabil. Använd vid behov krokodilklämmor.
- (iv) Millimeterpapper. Be vid behov om mer papper.

Uppgift 1 (0,5 p)

Port A1, A2 och A3 är kopplade till A-potentiometern R_P och ytterligare ett motstånd R_L .

Vilken av figurerna nedan motsvarar kretsen i lådan? Bestäm resistanserna R_L och R_P och dokumentera dina mätningar.



OBS! B-potentiometern är kopplad till port B1, B2 och B3 på exakt samma sätt som för A-potentiometern med samma resistanser R_L och R_P , inom tillverkarens noggrannhet.

Uppgift 2 - (0,5 p)

Skissa hur portarna ska kopplas för att neuronernas ingångsspänningar ska kunna varieras inom största möjliga intervall.

Uppgift 3 - (1,5 p)

Utforma (och dokumentera) en metod för att hitta den kombination av ingångsspänningar x_1 och x_2 som maximerar utgångsspänningen y med så få mätningar som möjligt. Metoden ska vara oberoende av vilka initialspänningar du använder. Bestäm den maximala spänningen y_{max} . Den används sedan som en approximation av amplituden A . Dokumentera dina mätningar.

Uppgift 4 - (3,5 p)

Bestäm vikterna w_1, w_2 och biasen b . Beskriv dina mätningar och dokumentera mätdata i en tabell. Uppskatta w_1, w_2 och b genom ett grafiskt tillvägagångssätt.

Träning innebär att nätverkets vikter optimeras för att uppnå önskad funktionalitet och på så vis låta det artificiella neurala nätverket approximera godtyckliga funktioner. I de följande uppgifterna kommer du att behöva använda utrustningen för att approximera olika funktioner av en specifik ingångsspänning. Var noga med att tydligt markera vilka in- och utportar du väljer i kopplingsschemat.

Uppgift 5 - (1,5 p)

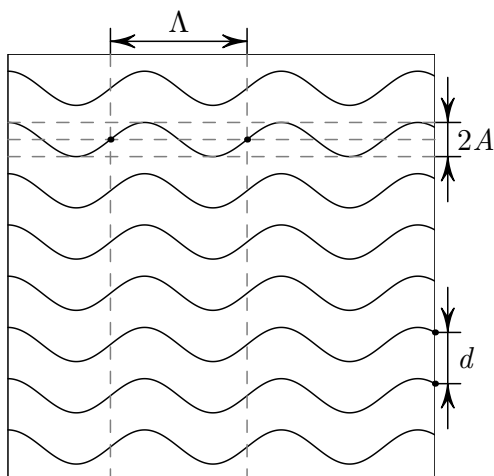
Koppla port X1 direkt till +V. Designa en krets som kan approximera funktionen $y_5(x) = A\sigma(w_2x/2 + b_5)$, där x är spänningen till inporten du nyss valt. Bestäm b_5 teoretiskt. Konstruera kretsen, gör mätningar och verifiera att din uppställning fungerar som förväntat. Bekräfta värdet på b_5 från din data.

Uppgift 6 - (2,5 p)

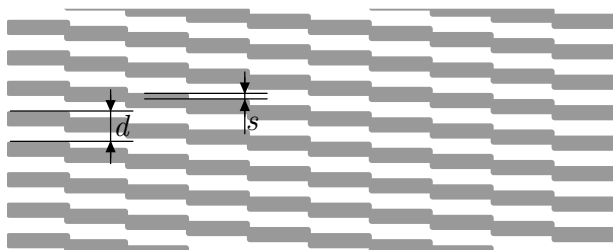
- Bestäm det interna seriekopplade motståndets resistans R_{out} från Y-porten. (0,5 p)
- Designa och konstruera en krets för att approximera funktionen $y_6(x) = A_6 \cdot \sigma(w_2x + b) + B_6$, där $B_6 = 1,48$ V. Bestäm A_6 teoretiskt. Konstruera kretsen och verifiera experimentellt att din uppställning fungerar och bekräfta värdena på A_6 och B_6 från din data. (2,0 p)

E2 - Dolda mönster (10 p)

Du har fått ett litet halvgenomskinligt plastark som har ett mikroskopiskt mönster på ytan. Mönstret är osynligt för blotta ögat. Det består av ett stort antal likadana sinusformade vågor med amplituden A . De löper horisontellt med våglängden Λ och har ett vertikalt avstånd d mellan sig, så som visas i figur 1. I mikroskop kan man se att det tryckta mönstret består av horisontella långsmala rektanglar. Varje rektangel är förskjuten vertikalt i förhållande till sina grannar med ett konstant avstånd s , så som visas i figur 2.



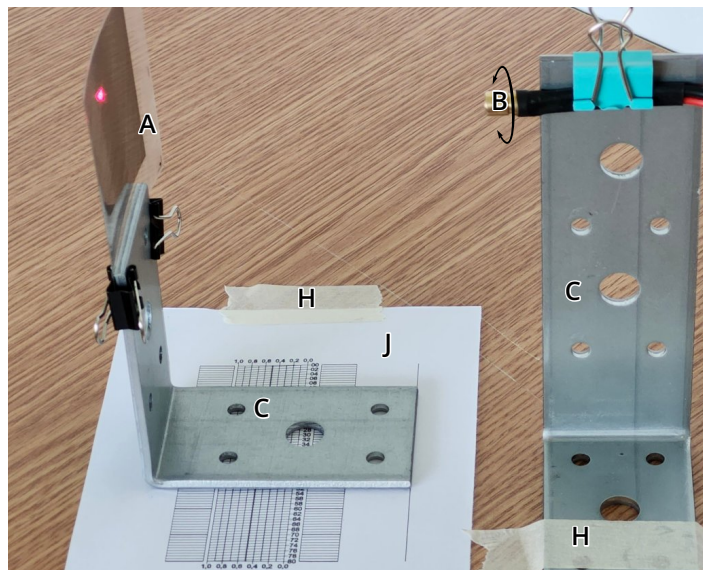
Figur 1: Mönstret (ej skalenligt)



Figur 2: Mönstret som det ser ut i mikroskop

Utrustning (se även figur 3)

- A Halvgenomskinligt plastark med tryckt mikroskopiskt mönster.
- B Laserdiod med våglängd $\lambda = (654 \pm 5) \text{ nm}$. Laserdioden kan fokuseras till önskat avstånd genom att vrida på linshållaren som sitter i framkanten.
Varning: Skruva inte ut linshållaren helt och hållet. På insidan sitter nämligen en injusterad lins och en känslig fjäder. Du får ingen ny laser om du skruvar isär eller förstör den.
- C Två vinkelräta L-formade plåstöd avsedda att hålla plastarket och lasern. Arket kan fästas på det ena plåstödet med de små klämmorna. Lasern kan fästas på det andra stödet med den något större färgade klämman eller med gummisnoddarna.
- D Ett pappersark med tryckt "goniometer" - ett polärt koordinatsystem med 1 mm radiella steg och vinklar angivna i grader.



Figur 3: Komponenterna A, B, C, H och J uppställda för experimentet

- E Skärm: Använd den stora sidan på lådan som innehåller utrustningen som skärm. Töm lådan och ställ den på arbetsbänken så att den största sidan blir vertikal.
- F Plastlinjal.
- G Utdragbart stålmåttband.
- H Tejp (fäst på linjalen). Använd delar av tejpens till att sätta fast goniometerpapperet på skärmen och till att fästa olika komponenter på bordet. Du kan be om mer tejp om du skulle behöva.
- I Millimeterpapper.
- J Ett litet papper med en 80 mm lång tryckt skala och diagonala referenslinjer. Med dessa kan du mäta delar av huvudskalans indelning ned till $\pm 0.1 \text{ mm}$.

Ledning: Under alla dina mätningar får du rita eller göra markeringar på skärmen.

Viktigt: Anta att ytan på arbetsbänken är plan och att skärmen är strikt vinkelrät mot bänken.

Uppgifter (10,0 p)

Bestäm så noggrant som möjligt:

- a Sinusvågens våglängd Λ (2 p)
- b Avståndet d mellan två intilliggande vågor (2 p)
- c Sinusvågens amplitud A (3 p)
- d Förskjutningen s (3 p).

I samtliga deluppgifter ska du:

1. skissa en uppställning och/eller motivera en metod som kan användas för att mäta de sökta storheterna;
2. redovisa dina mätningar och beräkningar i tabellform;
3. uppskatta de sökta storheterna med osäkerheter. Gör det grafiskt när det är rimligt.