

Biosensori – Terzo Estivo 2018/19

Cognome e Nome:

n° di matricola:

24- 07 – 2019

La durata della prova è di 120 minuti. Non è possibile consultare né libri di testo né appunti.

E' consentito soltanto l'uso della calcolatrice

L'ammissione all'orale prevede un punteggio minimo di 18.

NON SARANNO CORRETTE PARTI DI COMPITO SCRITTE A MATITA

L'orale si terrà Giovedì 25 Luglio alle 14.30 nell'ufficio del docente

Esercizio 1

Si consideri un sensore di pH basato su cella elettrochimica ad Antimonio/Ossido di antimonio.

- a. Riportare la struttura della cella, la reazione che avviene all'elettrodo Antimonio/Ossido di Antimonio, e le relazioni che permettono di determinare la differenza di potenziale misurata ai capi dello strumento (V_{ab}) in funzione del pH, quando la temperatura di esercizio è di 25°C **[punteggio 3]**
- b. Progettare e dimensionare uno strumento per la misura di pH che abbia le seguenti specifiche: tensione di uscita $V_o = 0\text{ V}$ @ pH =7 e $V_o = +1.5\text{ V}$ @ pH =8 (schema del circuito di misura, risoluzione circuito, collegamenti tra cella elettrochimica e circuito di lettura, dimensionamento del circuito) **[punteggio 5]**
- c. Determinare la curva di taratura e disegnarla. Indicare il valore misurato quando l'uscita dello strumento è pari a 1V **[punteggio 3]**
- d. Ricavare la relazione che lega la corrente di elettrodo al sovrapotenziale dovuto al trasferimento elettronico. In funzione della relazione trovata, discutere e graficare un caso di comportamento da elettrodo non polarizzabile ideale e un caso di polarizzabile ideale **[punteggio 4]**.

PUNTO 1

Sb

Ag

Sb_2O_3

$AgCl$



ELETTRODO SENSIBILE
AL pH (Sb/Sb_2O_3)

ELETTRODO
DI RIFERIMENTO

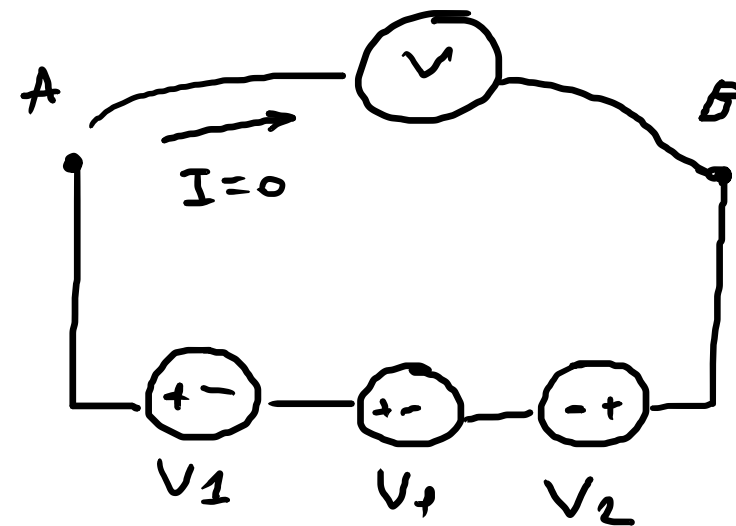
$$V_{AP} = V_1 + \cancel{V_p} - V_2 \approx V_1 - V_2$$

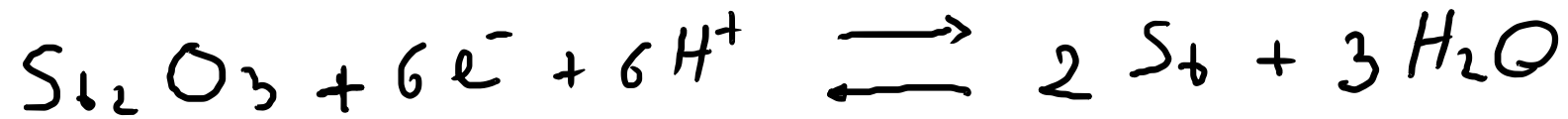
V_1 POT. ELETTRODO Sb/Sb_2O_3

V_p POTENZIALE PONTI SALINO ≈ 0

V_2 POT. ELETTRODO $Ag/AgCl$

10 TENSIONETRICO
LEGGI VAP
CON VOLTMETRO
IDEALE





$$V_1 = \underbrace{E_{Sb/Sb_2O_3}}_{0.152V} + \frac{RT}{6F} \ln([H^+]^6) = E_{Sb/Sb_2O_3} - 0.059 pH$$

$T = 25^\circ C$

NERNST

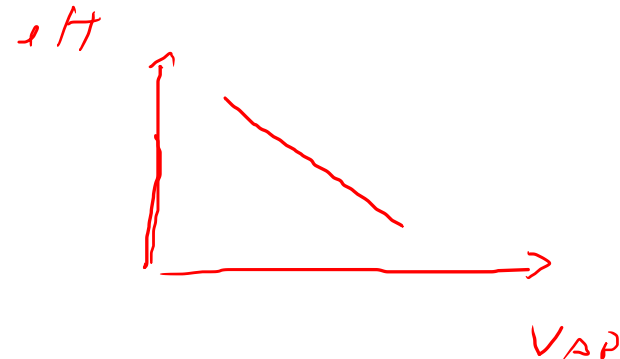
$$V_2 = \underbrace{E_{Ag/AgCl}}_{0.22V} - \cancel{\frac{RT}{F} \ln([Cl^-])}$$

$$V_{AB} = 0.152 - 0.059 pH - 0.22 = -0.068 - 0.059 pH [V]$$

NOTA

V_{AB} LINEARE CON pH

RELAZIONE DECRESCENTE

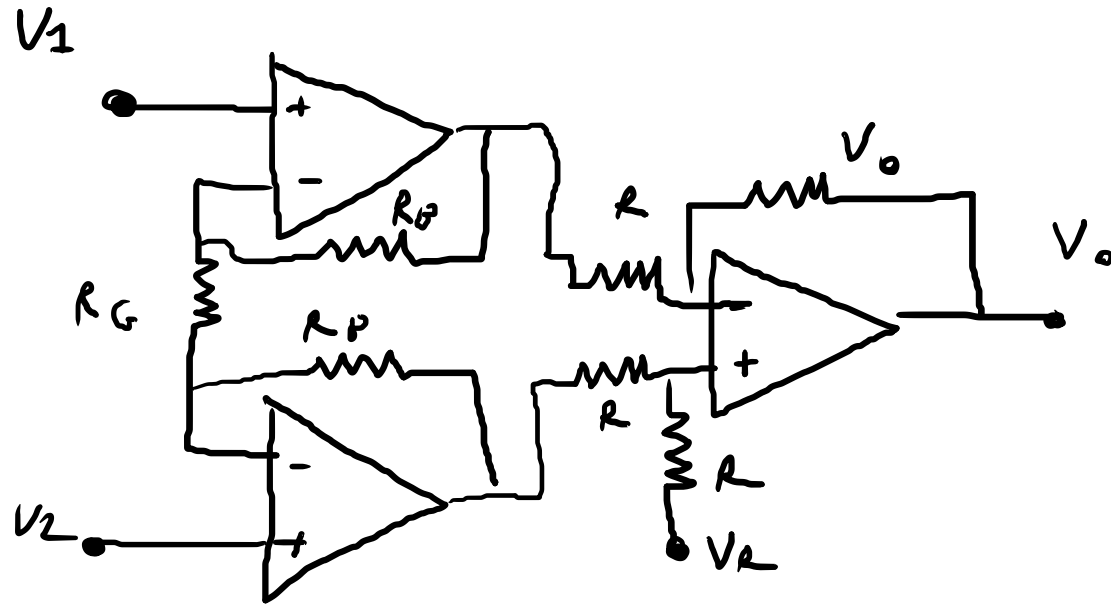


PUNTO 2

SPECIFICHE

$$\begin{cases} V_o (pH=7) = 0 \text{ [V]} \\ V_o (pH=8) = 1.5 \text{ [V]} \end{cases}$$

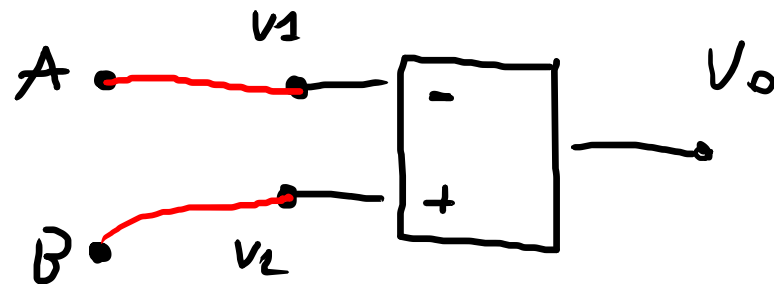
NOTA
RELATIVE
CRESCENTE



$$V_o = A(V_2 - V_1) + V_R$$

$$A = 1 + 2 \frac{R_P}{R_G}$$

RESOLUZIONE
NELLA PARTE FINALE
DELLE SOLUZIONI



PER OTTENERE
LA CARATTERISTICA
DESIDERATA

$$A \rightarrow V_1$$

$$B \rightarrow V_2$$

$$\begin{aligned} V_o &= A(V_P - V_A) + V_R = \\ &= A V_{PA} + V_R = \\ &= -A V_{AP} + V_R \end{aligned}$$

$(-V_{AP} \rightarrow \nearrow \text{con } pH)$

$$V_o = -A V_{\Delta p} + V_R = +A \cdot 0.059 \cdot pH + A \cdot 0.068 + V_R$$

RICAVO S DALLE SPECIFICHE
(V_o LINEARE IN pH)

$$S = \frac{1.5 - 0}{8 - 7} = 1.5 \text{ V/pH}$$

$$S = A \cdot 0.059 = 1.5 \Rightarrow A = \frac{1.5}{0.059} = 25.42$$

$$A = 1 + 2 \frac{R_p}{R_G}$$

$$\frac{R_p}{R_G} = 24.42 / 2$$

$$\underline{R_p = 100 \text{ K}\Omega}$$

$$\underline{R_G = 8.19 \text{ K}\Omega}$$

$$V_R \quad 0 = A \cdot 0.059 \cdot 7 + A \cdot 0.068 + V_R \quad (V_o(pH=7) = 0)$$

$$\Rightarrow V_R = -A \cdot 0.059 \cdot 7 - A \cdot 0.068 = \underline{\underline{-12.25 \text{ [V]}}}$$

PUNTO 3

$$X = \frac{Y - 0}{S}$$

$$S = 1.5 \quad [V_{1H}]$$

$$Y = SX + 0$$

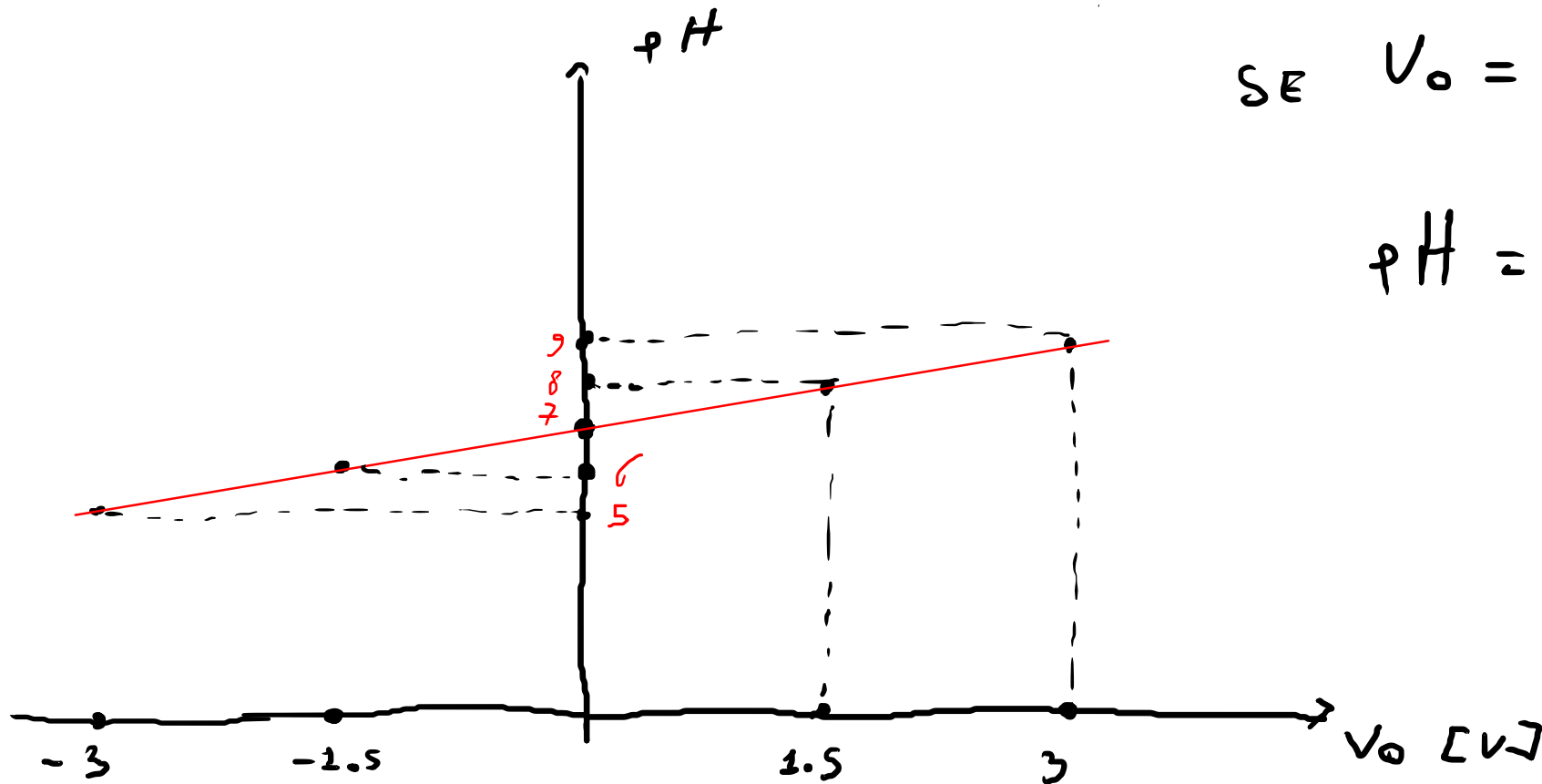
$$\phi = S \cdot 7 + 0$$

$$0 = -S \cdot 7 = -10.5 \quad [V]$$

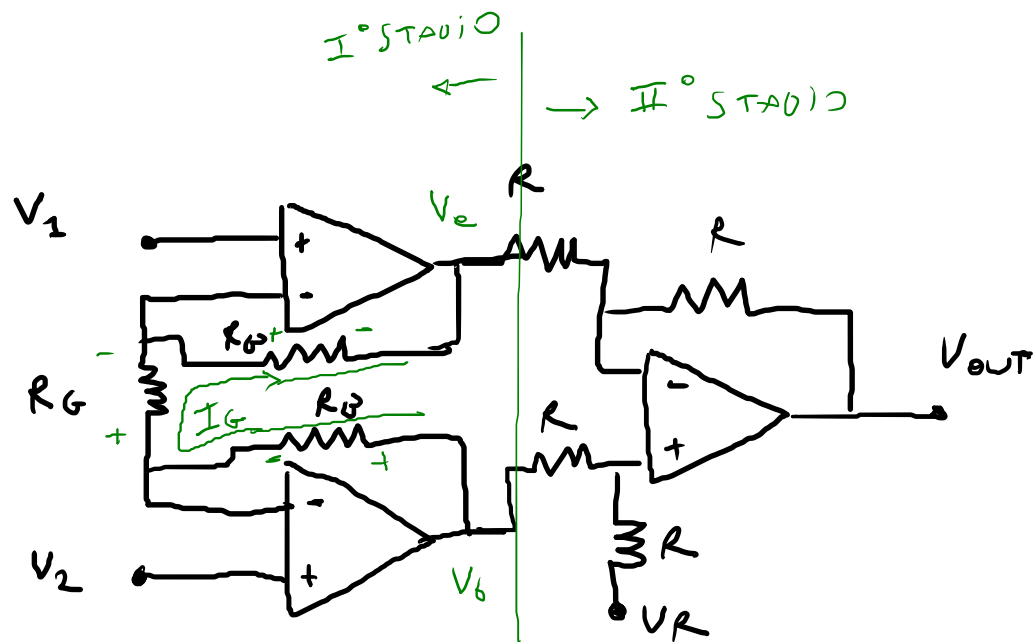
$$X = \frac{V_0 + 10.5}{1.5} \quad (\text{CURVA TANTURA})$$

$$\text{SE } V_0 = 1$$

$$pH = \frac{1 + 10.5}{1.5} = 7.66$$



Risoluzione circuito

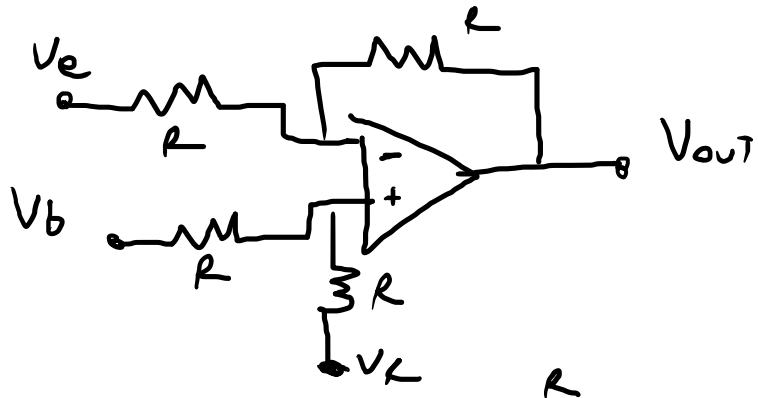


RISOLUZIONE CIRCUITO

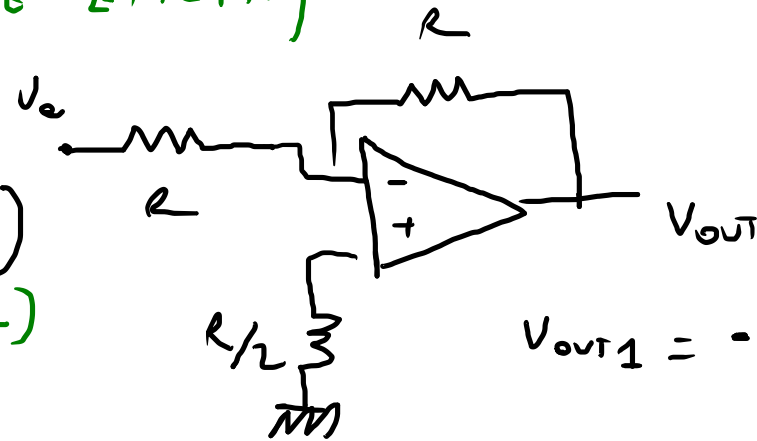
$$\left. \begin{aligned} V_e &= V_1 - R_0 I_G \\ V_b &= V_2 + R_0 I_G \\ I_G &= \frac{V_2 - V_1}{R_G} \end{aligned} \right\} I^\circ \text{ STADIO}$$

II° STADIO

(SOVRAPPOSIZIONE EFFETTI)

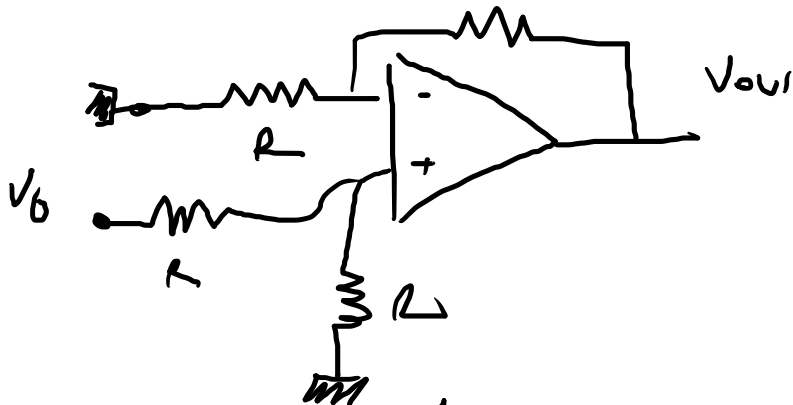


1)
(V_e)



$$V_{out1} = -V_e \frac{R}{R} = -V_e$$

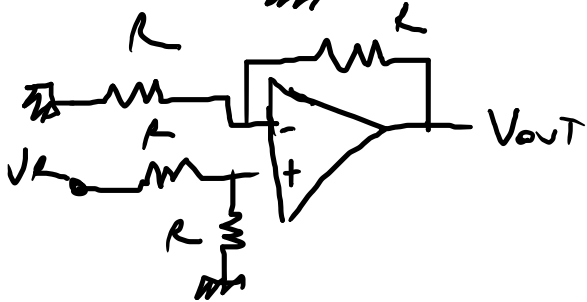
2)
(V_b)



$$V^+ = V_b / 2$$

$$V_{out2} = V_b / 2 \left(1 + R / R \right) = V_b$$

3)
(V_R)



$$V_{out3} = V_R \Rightarrow V_{out} = V_{out1} + V_{out2} + V_{out3}$$

$$\Downarrow$$

$$V_{out} = V_b - V_e + V_R$$

$$V_{out} = V_b - V_e + V_R \quad V_e = V_1 - R_P I_G$$

$$I_G = \frac{V_2 - V_1}{R_G} \quad V_b = V_2 + R_P I_G$$

$$V_{out} = V_2 + R_P I_G - V_1 + R_P I_G + V_R = V_2 - V_1 + 2 R_P I_G + V_R$$

$$= V_2 - V_1 + 2 R_P \frac{(V_2 - V_1)}{R_G} + V_R = (V_2 - V_1) \underbrace{\left(1 + 2 \frac{R_P}{R_G} \right)}_A + V_R$$

\Rightarrow

$$V_{out} = A (V_2 - V_1) + V_R$$

$$A = 1 + \frac{2 R_P}{R_G}$$

(NOTE: $\rightarrow A > 0$)