



Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino

Appunti universitari

Tesi di laurea

Cartoleria e cancelleria

Stampa file e fotocopie

Print on demand

Rilegature

NUMERO: 810

DATA: 04/02/2014

A P P U N T I

STUDENTE: Contadin

MATERIA: Progetti Svolti di Elettronica

Prof. Reyneri

Il presente lavoro nasce dall'impegno dell'autore ed è distribuito in accordo con il Centro Appunti.

Tutti i diritti sono riservati. È vietata qualsiasi riproduzione, copia totale o parziale, dei contenuti inseriti nel presente volume, ivi inclusa la memorizzazione, rielaborazione, diffusione o distribuzione dei contenuti stessi mediante qualunque supporto magnetico o cartaceo, piattaforma tecnologica o rete telematica, senza previa autorizzazione scritta dell'autore.

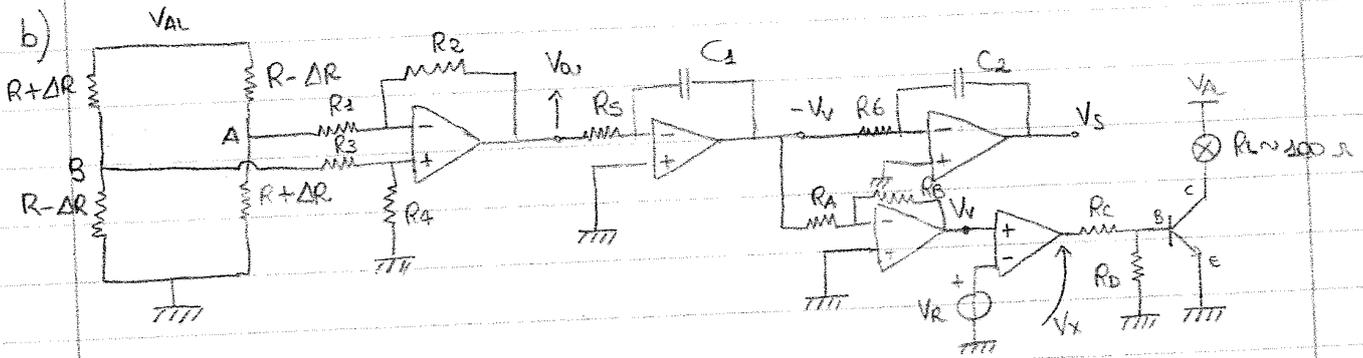
**ATTENZIONE: QUESTI APPUNTI SONO FATTI DA STUDENTIE NON SONO STATI VISIONATI DAL DOCENTE.
IL NOME DEL PROFESSORE, SERVE SOLO PER IDENTIFICARE IL CORSO.**

PIATAFORMA INERZIALE

Si progetti un circuito che calcoli il valore dell'accelerazione, la velocità e lo spostamento secondo le seguenti specifiche

- Generare una tensione V_a proporzionale all'accelerazione con una sensibilità di $1V/g$
 - Generare una tensione V_v proporzionale alla velocità con sensibilità di $1mV/km/h$
 - Generare una tensione V_s proporzionale allo spostamento con una sensibilità di $1V/km$
 - Accendere una spia se la velocità supera $800 km/h$
- Utilizzando sensori di accelerazione a ponte di Wheatstone con sensibilità $\frac{\Delta R}{R} = 1\%$ a $\pm 1m/s^2$

- a) Si tracci lo schema a blocchi del sistema
- b) Si tracci lo schema elettrico completo
- c) Si calcoli il valore di tutte le componenti



c) PONTE DI WHEATSTONE:

$$V_A = V_{AL} \frac{R + \Delta R}{R + \Delta R + R - \Delta R} = \frac{R + \Delta R}{2R} V_{AL}$$

$$V_B = V_{AL} \frac{R - \Delta R}{R + \Delta R + R - \Delta R} = \frac{R - \Delta R}{2R} V_{AL}$$

$$V_{AB} = V_A - V_B = V_{AL} \left(\frac{R + \Delta R}{2R} - \frac{R - \Delta R}{2R} \right) = V_{AL} \left(\frac{\Delta R}{R} \right) = V_{AL} \cdot K \cdot \omega \rightarrow \pm 1\%$$

$$\frac{\Delta R}{R} = K \omega \quad \text{a } \pm 1 \text{ m/s}^2 \quad \rightarrow K = 0,01 \frac{\Omega}{\text{m}}$$

Scego \$V_{AL} = 10V\$

$$V_{AB} = 10V \cdot 0,01 \frac{\Omega}{\text{m}} \omega = 0,1 \frac{V \Omega^2}{\text{m}}$$

AMPLIF. DIFFERENZIALE

$$V_{O1} = \frac{R_2}{R_1} V_{AB} = \frac{R_2}{R_1} V_{AL} \cdot K \cdot \omega$$

$$V_{O1} = \frac{1V}{g} \omega \quad \frac{1V}{g} \omega = \frac{R_2}{R_1} V_{AL} K \omega$$

$$\left\{ \begin{aligned} \frac{R_2}{R_1} &= \frac{1V}{0,81 \frac{V}{g^2} \cdot 0,1 \frac{V \Omega^2}{\text{m}}} = 1,02 \quad \rightarrow R_2 = 1,02 \cdot R_1 = 31,9 \text{ K}\Omega \\ R_1 R_2 &= 10^9 \Omega^2 \quad \rightarrow 1,02 R_1^2 = 10^9 \Omega^2 \end{aligned} \right.$$

$$R_1 = \sqrt{\frac{10^9 \Omega^2}{1,02}} = 31,3 \text{ K}\Omega$$

$$R_1 = R_3$$

$$R_2 = R_4$$

LAMPADINA:

Suppongo cfe: $V_{on} = 3V$

$$V_{off} = 1V$$

$$V_{BE(on)} = 0,4V \quad R_L \sim 300\Omega$$

$$V_{CE(sat)} = 0,3V \quad \beta = 300$$

$$V_{BE(sat)} = 0,8V$$

$$V_{AL} = 12V$$

INTERDIZIONE BJT:

$I_B = 0, I_C = 0 \rightarrow$ Lampadina spenta

PARTITORE: $V_{BE} = V_x \frac{R_D}{R_C + R_D} < V_{BE(on)} \quad V_x = V_{off}$

$$\frac{R_D}{R_C + R_D} < \frac{0,4}{1} \quad \leadsto \quad \frac{R_C + R_D}{R_D} > \frac{1}{0,4}$$

$$\frac{R_C}{R_D} > \frac{1}{0,4} - \frac{1}{1} \quad \leadsto \quad \frac{R_C}{R_D} > 1,5$$

SATURAZIONE BJT:

Impongo $R_C = 1,5 R_D \rightarrow$ caso limite

$$I_B > \frac{I_C}{\beta} = \frac{V_{AL} - V_{CE(sat)}}{R_L \beta} = \frac{12V - 0,3V}{300^2} = 1,17 \text{ mA}$$

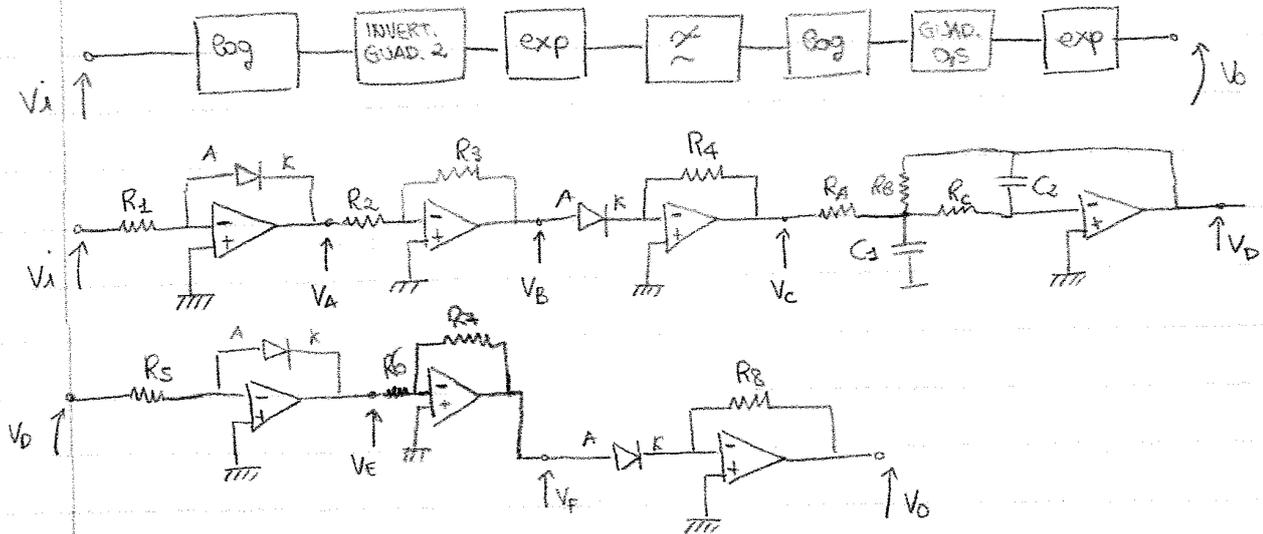
$$I_B = I_1 - I_2 = \frac{V_{on} - V_{BE(sat)}}{R_C} - \frac{V_{BE(sat)}}{R_D} > 1,17 \text{ mA}$$

$$\frac{3V - 0,8V}{1,5R_D} - \frac{0,8V}{R_D} > 1,17 \text{ mA} \quad \leadsto \quad \frac{2,2V - 0,8(1,5)}{1,5R_D} > 1,17 \text{ mA}$$

$$\frac{1,5 R_D}{1V} < \frac{1}{1,17 \text{ mA}} \quad R_D < \frac{1V}{1,17 \text{ mA}} \cdot \frac{1}{1,5} = 569,80 \Omega$$

$$R_D = 550 \Omega \quad R_C = 825 \Omega$$

TEMA D'ESAME 29/04/2008 (B)



CALCOLO COMPONENTI:

AMPLIF. LOG: $V_A = -\eta V_T \ln\left(\frac{V_i}{R_1 I_s}\right)$

INV. GUAD. 2: $V_B = -\frac{R_3}{R_2} V_A = +\frac{R_3}{R_2} \left(\eta V_T \ln\left(\frac{V_i}{R_1 I_s}\right)\right)$

AMPLIF. EXP.: $V_x = V_c = -R_4 I_s e^{\frac{V_B}{\eta V_T}}$
 $= -R_4 I_s e^{\frac{1}{\eta V_T} \cdot \frac{R_3}{R_2} \left(\eta V_T \ln\left(\frac{V_i}{R_1 I_s}\right)\right)}$
 $= -R_4 I_s e^{\ln\left(\frac{V_i}{R_1 I_s}\right) \frac{R_3}{R_2}}$

$\begin{cases} \frac{R_3}{R_2} = 2 \\ R_3 R_2 = 10^3 \Omega^2 \end{cases} \Rightarrow R_3 = 2R_2 = 44,72 \text{ k}\Omega$
 $R_2 = \sqrt{\frac{10^3 \Omega^2}{2}} = 22,36 \text{ k}\Omega$

$V_x = -R_4 I_s e^{\ln\left(\frac{V_i}{R_1 I_s}\right)^2} \Rightarrow V_x = -R_4 I_s \frac{V_i^2}{R_1^2 I_s^2}$

$V_x = \frac{V_i^2}{1V} \sim \text{dato} \quad \frac{V_i^2}{1V} = -R_4 \frac{V_i^2}{R_1^2 I_s}$

$\begin{cases} R_1 R_4 = 10^3 \Omega^2 \\ \frac{1}{1V} = \frac{R_4}{R_1^2 I_s} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} R_4 = \frac{10^3 \Omega^2}{R_1} \sim R_4 = 1000 \text{ k}\Omega \\ \frac{1}{1V} = \frac{10^3 \Omega^2}{R_1^2 I_s} \sim R_1 = \sqrt{\frac{10^3 \Omega^2 \cdot 1V}{1 \cdot 10^{-9} A}} = 1000 \text{ k}\Omega \end{cases}$

AMPLIF. INVERTENTE GUADAGNO 0,5

$$V_F = - \frac{R_7}{R_6} V_E$$

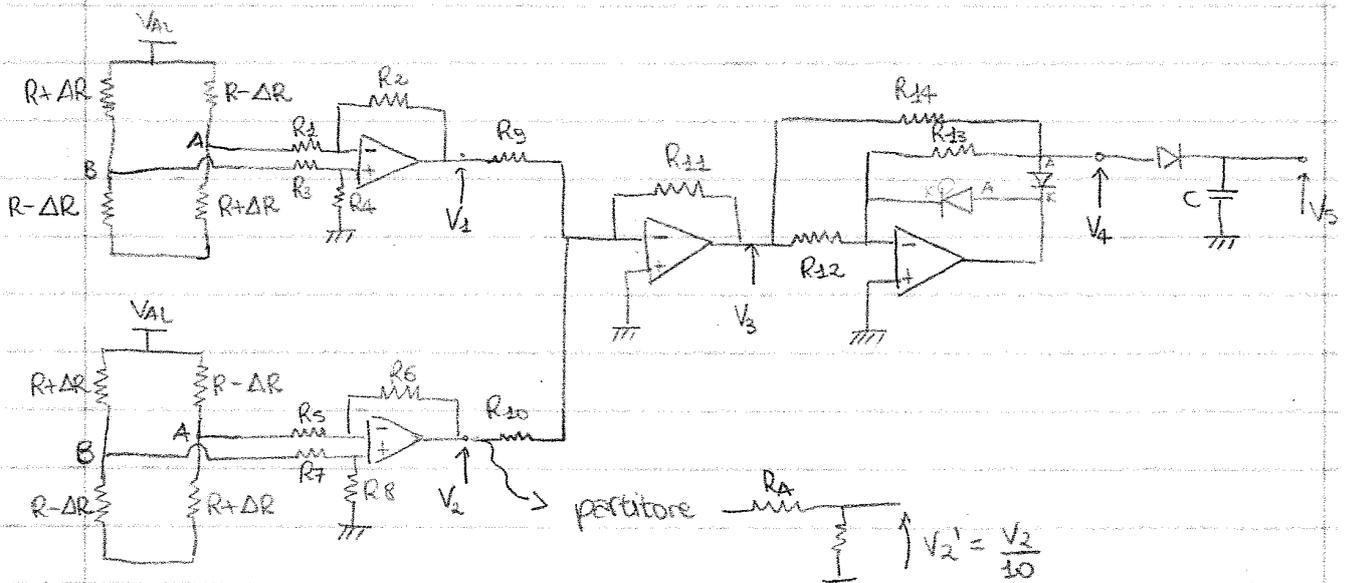
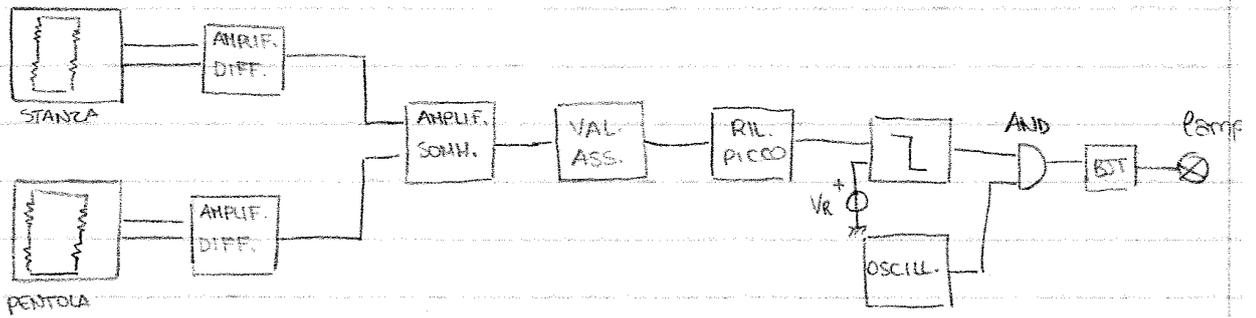
$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{R_7}{R_6} = \frac{1}{2} \Rightarrow R_7 = 2R_6 \\ R_6 R_7 = 10^9 \Omega^2 \end{array} \right. \rightsquigarrow \begin{array}{l} R_6 = 22,361 \text{ k}\Omega \\ R_7 = 44,722 \text{ k}\Omega \end{array}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \sqrt{10^9} \cdot 1V = -R_8 I_s \frac{\sqrt{10^9}}{\sqrt{R_8 I_s}} \rightsquigarrow (\sqrt{1V})^2 = \left(\frac{R_8 I_s}{\sqrt{10^9 \Omega^2 I_s}} \right)^2 \\ R_8 R_5 = 10^9 \Omega^2 \rightsquigarrow R_5 = \frac{10^9 \Omega^2}{R_8} \end{array} \right.$$

$$1V = \frac{R_8^2 I_s^2}{10^9 \Omega^2 I_s} \rightsquigarrow R_8^2 = \frac{1V \cdot 10^9 \Omega^2}{I_s} = 1M\Omega$$

$$R_5 = \frac{10^9 \Omega^2}{10^6 \Omega} = 1 \text{ k}\Omega$$

TEMA DI ESAAME 18/2/2011 ©



$$\frac{R_B}{R_A + R_B} = \frac{1}{10} \rightarrow \begin{cases} \frac{R_A}{R_B} = 9 \rightarrow R_A = 9R_B \\ R_A R_B = 10^3 \Omega^2 \end{cases}$$

$$R_B = 10,541 \text{ K}\Omega \quad R_A = 94,865 \text{ K}\Omega$$

PENTOLA

Per il ponte di Wheat utilizzo lo stesso procedimento fatto per la stanza, ANALIF. DIFF.

$$V_2 = \frac{R_6}{R_5} \text{VAL K p}$$

$$V_2 = \frac{10V}{1MPa} \cdot p \quad \leadsto \quad \frac{10V}{1MPa} \cdot p = \frac{R_6}{R_5} \cdot \frac{10V}{1MPa} \cdot \frac{0,01}{Pa} \cdot p$$

$$\frac{1}{10^6 Pa} = \frac{R_6}{R_5} \cdot \frac{0,01}{Pa} \quad \leadsto \quad \begin{cases} \frac{R_6}{R_5} = \frac{1}{10^4} \\ R_5 R_6 = 10^9 \Omega^2 \end{cases} \quad \leadsto \quad R_6 = \frac{R_5}{10^4}$$

$$R_6 = \sqrt{10^9 \cdot 10^4 \Omega^2} = 3,16 \text{ M}\Omega \quad R_5 = 316 \Omega$$

* partitore

AMPLIF. SOMMATTORE

$$V_3 = -\frac{(V_1 + V_2) R_{11}}{R_9}$$

$$R_9 = R_{10} = R_{11} = 31,6 \text{ K}\Omega$$

↓
sensibilità $\frac{1V}{1MPa}$

$$\begin{cases} \frac{R_{11}}{R_9} = 1 \quad \leadsto \quad R_{11} = R_9 \\ R_{11} R_9 = 10^9 \Omega^2 \end{cases}$$

VALORE ASSOLUTO

$$V_4 = -\frac{R_{13}}{R_{12}} V_3 \quad \text{se } V_3 > 0$$

$$V_4 = \frac{R_{13}}{R_{13} + R_{14}} V_3 \quad \text{se } V_3 < 0$$

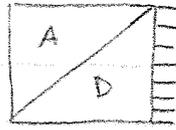
$$\begin{cases} \frac{R_{13}}{R_{12}} = \frac{R_{13}}{R_{13} + R_{14}} = \frac{1}{2} \quad \leadsto \quad R_{13} = 2 R_{12} = 44,721 \text{ K}\Omega \\ R_{13} R_{12} = 10^9 \Omega^2 \quad \leadsto \quad R_{12} = \sqrt{\frac{10^9 \Omega^2}{2}} = 22,360 \text{ K}\Omega \\ R_{13} R_{14} = 10^9 \Omega^2 \quad \leadsto \quad R_{14} = \frac{10^9 \Omega^2}{R_{13}} = 22,360 \text{ K}\Omega \end{cases}$$

COMPARATORE DI SOGLIA

Da V_{in} dovrà tenere conto della tensione del diodo del rilevatore di picco. V_x dovrà quindi essere, tenendo presente che V_s ha una sensibilità di $\frac{1V}{1MPa}$: $1V : 1MPa = V_x : 100KPa \Rightarrow V_x = \frac{100KPa \cdot 1V}{1MPa} = 0,1 V$

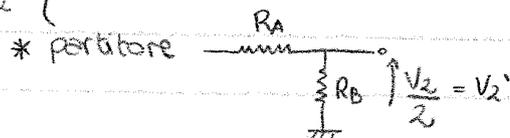
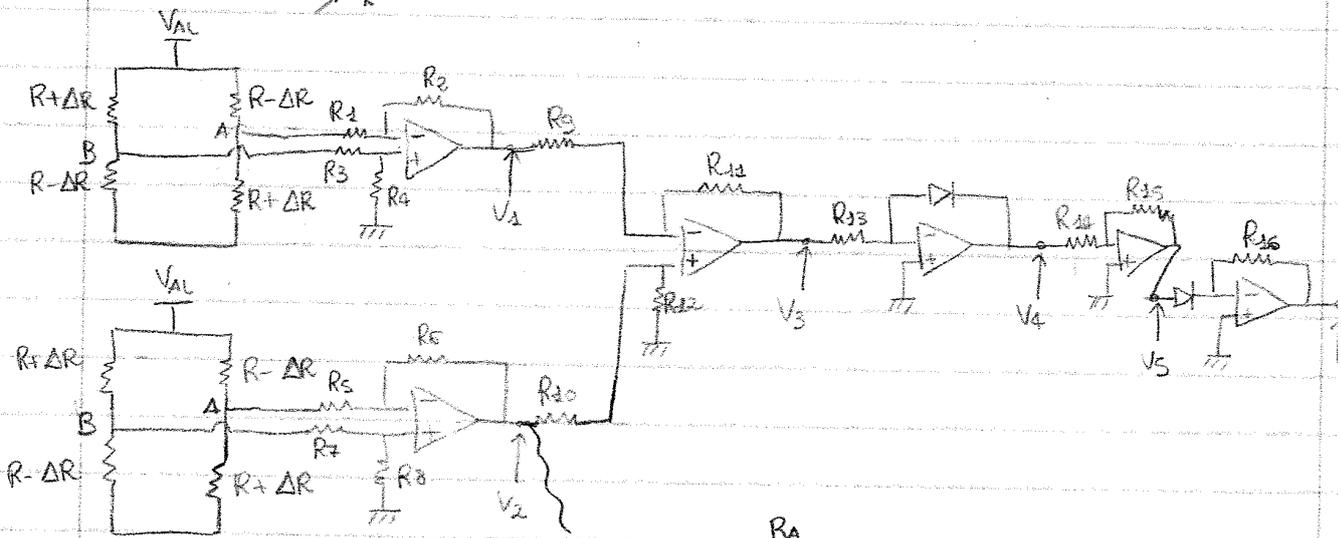
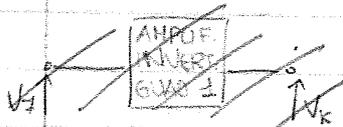
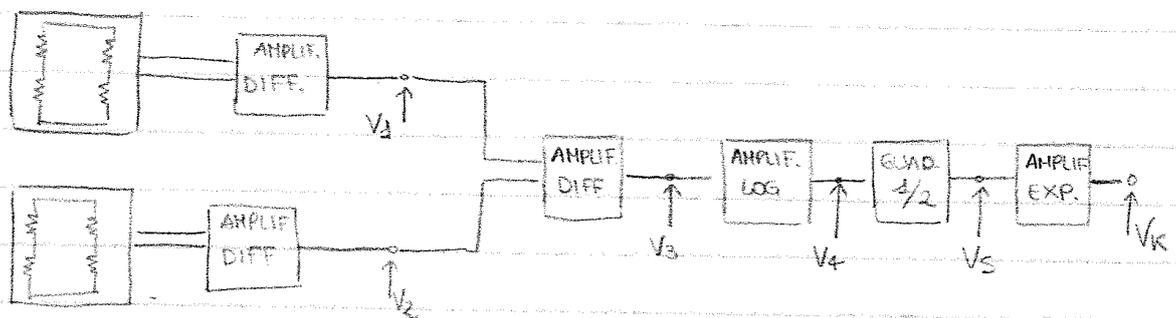
$$V_R \text{ sarà quindi: } V_R = V_x - V_Y = 0,1V - 0,6V = -0,5V$$

Per avere una somma digitale delle pressioni, insensu due convertitori analogici digitali prima del sommatore, uno dopo ogni differenziale.



Supponendo di vedere una misura al decimo e che la tensione in ingresso vari da 0 a 5V, uso un convertitore A/D a 8 bit, la cui risoluzione max è $\frac{V_{i \max}}{2^8} \approx 20 \text{ mV}$

TEMA D'ESAME FEB 2013



$$V_2' = V_2 \frac{R_B}{R_A + R_B} \Rightarrow \frac{R_B}{R_A + R_B} = \frac{1}{2} \Rightarrow \frac{R_A + R_B}{R_B} = 2$$

$$\begin{cases} \frac{R_A}{R_B} = 1 \\ R_A R_B = 10^5 \Omega^2 \end{cases}$$

$$R_A = R_B = 31,622 \text{ k}\Omega$$

AMPLIF. LOGARITMICO

$$V_4 = -\eta V_T \ln\left(\frac{V_3}{R_{13} I_s}\right)$$

GUADAGNO $\frac{1}{2}$

$$V_5 = + \frac{R_{15}}{R_{14}} \left[+ \eta V_T \ln\left(\frac{V_3}{R_{13} I_s}\right) \right]$$

AMPLIF. EXP. $V_k = - R_{16} I_s e^{\frac{1}{R_{14}} + \eta V_T \ln\left(\frac{V_3}{R_{13} I_s}\right) \frac{R_{15}}{R_{14} + R_{15}}}$

$$V_k = - R_{16} I_s \cdot \left(\frac{V_3}{R_{13} I_s}\right)^{\frac{1}{2}}$$

AMPLIF. INVERTENTE GUADAGNO $\frac{1}{2}$

$$\begin{cases} \frac{R_{15}}{R_{14}} = \frac{1}{2} \\ R_{14} + R_{15} = 10^9 \Omega^2 \end{cases} \quad \begin{matrix} R_{14} = 22,361 \text{ K}\Omega \\ R_{15} = 44,722 \text{ K}\Omega \end{matrix}$$

$$V_1 = K_1 p_1 \rightarrow p_1 = \frac{V_1}{K_1}$$

$$V_2 = K_2 p_2 \rightarrow p_2 = \frac{V_2}{K_2}$$

$$V_k = K_k K \rightarrow K = \frac{V_k}{K_k}$$

$$\begin{matrix} K_1 = 0,1 \frac{\text{mV}}{\text{p}_0} \\ K_2 = 0,2 \frac{\text{mV}}{\text{p}_0} \\ K_k = \frac{10 \text{mV}}{\text{m/s}} \end{matrix}$$

$$K = \frac{V_k}{K_k} = 12,5 \frac{\text{m}}{\text{s} \sqrt{\text{p}_0}} \cdot \sqrt{\frac{V_2}{K_2} - \frac{V_1}{K_1}}$$

$$V_k = \frac{10 \text{mV}}{\text{m/s}} \cdot 12,5 \frac{\text{m}}{\text{s} \sqrt{\text{p}_0}} \cdot \sqrt{\frac{V_2}{0,2 \text{mV}} - \frac{V_1}{0,1 \text{mV}}} = 125 \text{mV} \sqrt{\frac{V_2 - 2V_1}{0,2 \text{mV}}}$$

Trascurando le differenze di segno

$$125 \text{mV} \sqrt{\frac{V_2 - 2V_1}{0,2 \text{mV}}} = R_{16} I_s \left(\sqrt{\frac{V_3}{R_{13} I_s}} \right) \quad V_3 = V_2 - 2V_1$$

$$125 \text{mV} = R_{16} I_s \rightarrow R_{16} = \frac{125 \cdot 10^{-3}}{10 \cdot 10^{-9}} = 12,5 \text{ K}\Omega$$

$$0,2 \text{mV} = R_{13} I_s \rightarrow R_{13} = \frac{0,2 \cdot 10^{-3}}{10 \cdot 10^{-9}} = 20 \text{ K}\Omega$$

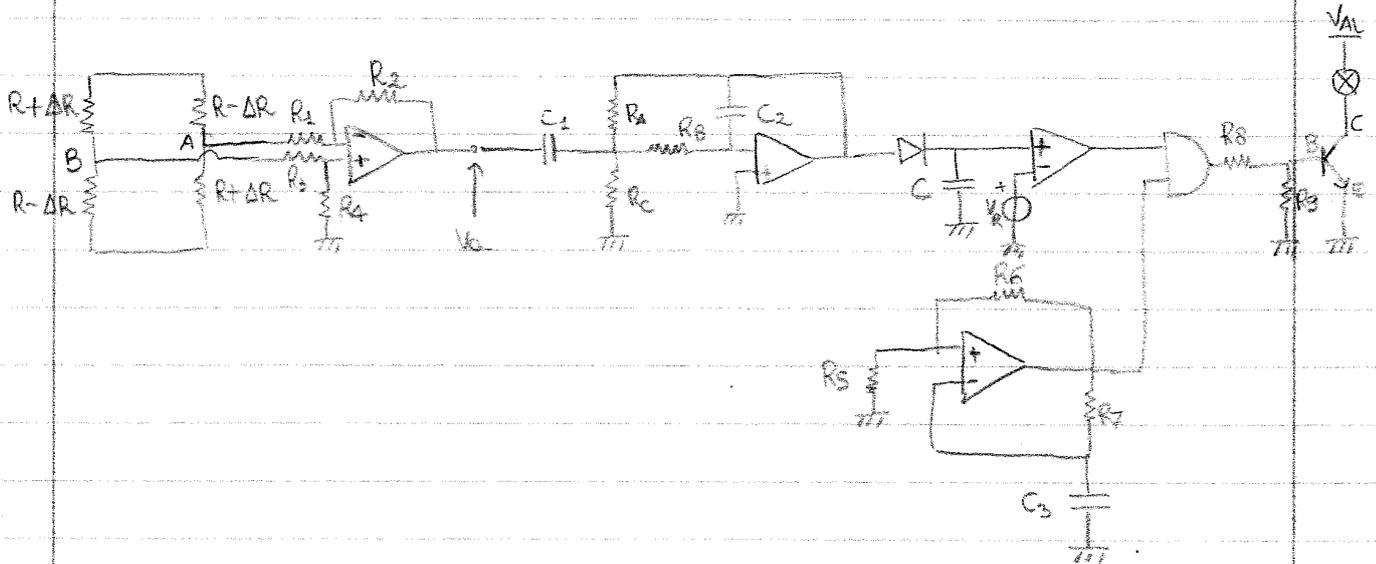
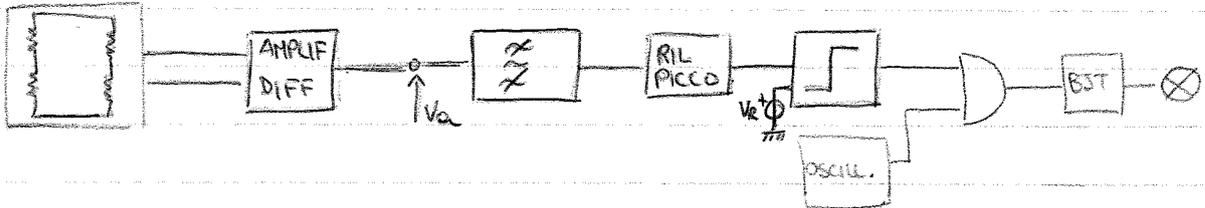
Per avere una misura digitale dell'indice di velocità si inserisce un convertitore analogico/digitale dopo l'amplif. exp. (per dimensionamento vedi tema d'esame 18/2/2011)

ESERCIZIO 3 → MISURATORE DI VIBRAZIONI

$$1 \text{ Hz} < \omega < 100 \text{ Hz}$$

$$V_a \propto a \quad V_a = K_a \cdot a \quad K_a = \frac{1V}{g}$$

$$\frac{\Delta R}{R} = 1\% \quad a \quad 10 \text{ m/s}^2$$



PONTE DI WHEATSTONE

$$V_{AB} = V_{AL} \frac{\Delta R}{R} = V_{AL} K_a a \quad \frac{\Delta R}{R} = 1\% \quad a \quad 10 \text{ m/s}^2$$

$$\frac{\Delta R}{R} = K_a a \quad \sim \quad 0,01 \cdot \frac{1}{10 \text{ m/s}^2} = K \quad \sim \quad K = 0,001 \frac{1}{\text{m/s}^2}$$

Sceglio $V_{AL} = 10V$

$$\omega_1 \ll \omega^* \ll \omega_2$$

$$\frac{j\omega^*}{\omega_1} \gg 1 \quad \frac{j\omega^*}{\omega_2} \ll 1 \rightarrow |H(\omega)| = \frac{|j\omega^* K|}{\left| \left(\frac{j\omega^*}{\omega_1} \right) (1) \right|} = 1 \leadsto K\omega_1 = 1$$

$$K = 0,16 \frac{\text{S}}{\text{rad}}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} C_1 R_A = K \rightarrow C_1 = \frac{1}{R_A} \cdot K = 5,06 \mu\text{F} \\ C_2 \left(R_B + R_A + \frac{R_A R_B}{R_C} \right) = \frac{1}{\omega_1} + \frac{1}{\omega_2} \\ C_1 C_2 R_A R_B = \frac{1}{\omega_1 \omega_2} \\ \left. \begin{array}{l} R_A R_B = 10^9 \Omega^2 \\ R_B R_C = 10^9 \Omega^2 \end{array} \right\} \Rightarrow R_A = R_C = 31,622 \text{ K}\Omega \\ R_B = \frac{10^9 \Omega^2}{R_C} = 31,622 \text{ K}\Omega \end{array} \right.$$

$$C_2 = \frac{1}{\omega_1 \omega_2 R_A R_B C_1} = 50,1 \text{ nF}$$

COMPARATORE DI SOGLIA

Nel calcolo di V_R si dovrà tenere conto della tensione V_x del diodo del rivelatore di picco. Poiché la sensibilità di V_x è $\frac{1V}{9}$, si avrà:

$$1V : 1g = V_x : 5g \rightarrow V_x = \frac{5}{9} V = 5V$$

$$V_R \text{ sarà quindi } V_R = V_x - V_C = 4,4 V$$

OSCILLATORE

$$T = 1s$$

$$T = 2R_7 C_3 \ln \left(1 + \frac{2R_6}{R_6} \right) \quad \left\{ \begin{array}{l} \frac{R_6}{R_5} = 1 \Rightarrow R_6 = R_5 = 31,622 \text{ K}\Omega \\ R_7^2 = 10^9 \Omega^2 \rightarrow R_7 = 31,622 \text{ K}\Omega \end{array} \right.$$

$$C_3 = \frac{T}{2R_7 \ln(3)} = 14,392 \mu\text{F}$$

Elettronica ing. Aereospaziale, nuovissimo ordin. (07ATF, 02FTE)

11/3/2011

B

Tempo 2h: é severamente vietato consultare testi, appunti, colleghi. É consentito un formulario di max. 5 formule. Ci si puo' ritirare sino all'ultimo senza consegnare alcunché.

Punteggio massimo, se totalmente corretti: 15 p.ti per l'esercizio 1; 10 p.ti per gli altri.

Riportare sul foglio: nome, cognome, matricola e lettera (A,B,C) del testo. Un punto in meno a chi non li riporta correttamente.

√ 1) Si debba progettare un doppio misuratore di vibrazione che fornisca due uscite in tensione proporzionali alla vibrazione in due punti:

- V_E , all'estremo di un'ala, con sensibilità di $1V/(m/s^2)$
- V_M , nel punto mediano di un'ala, con sensibilità di $5V/(m/s^2)$

e che accenda a intermittenza una lampadina quando il valore di picco della differenza fra le due vibrazioni supera $2g$. Il periodo dell'intermittenza sia di $0,5s$.

Si utilizzi il trasduttore di accelerazione ritenuto più adatto.

- a) Si tracci lo schema a blocchi del sistema
- b) Si tracci lo schema elettrico completo
- c) Si calcoli il valore di tutti i componenti
- d) Si modifichi il circuito per avere una misura digitale della differenza delle accelerazioni

Per accendere ad intermittenza la lampadina si suggerisce di usare un oscillatore ad onda quadra con frequenza $2Hz$.

√ 2) Tracciare gli schemi di:

- a) un amplificatore esponenziale;
- b) un doppio tosatore senza usare zener;
- c) un ~~un~~ divisore modulo 16;
- e) un alimentatore a 6 semionde;
- f) il più semplice circuito per calcolare la media di due tensioni.

3) Una macchina a corrente continua ha eccitazione indipendente e fissa $I_f = 1A$; la tensione di armatura é fornita da un generatore ideale di tensione continua e costante, $V_a = 28V$. La coppia a rotore bloccato é $T_o = 5Nm$, la velocità a vuoto é $N_o = 10500$ giri al minuto primo (RPM). Non si tiene conto delle perdite per attrito ed effetto ventilante, supposte nulle.

La macchina trascina un carico che offre una coppia resistente costante $T_{Ro} = 1Nm$.

Calcolare quanto segue, in condizioni di regime:

- 1) La velocità di rotazione della macchina e del carico con essa solidale (RPM)
- 2) La coppia motrice erogata dalla macchina elettrica (Nm).
- 3) La potenza meccanica trasferita al carico (W).
- 4) La corrente assorbita dall'armatura della macchina elettrica, I_a (A).
- 5) La potenza elettrica assorbita dalla macchina (W).
- 6) La potenza perduta per effetto Joule (W).
- 7) Fermo restando il valore della corrente di eccitazione e della coppia di carico, calcolare la nuova velocità di rotazione (RPM) a regime della macchina elettrica che si ottiene portando la tensione di armatura ai valori:

- $V_a' = 16V$,

- $V_a'' = 36V$.

Registrazione: voti, data e aula verranno comunicate sul portale non prima del 28/3 p.v.

AMPLIF. DIFF. 1

$$V_E = \frac{R_2}{R_1} V_{AL} K_{\omega} \rightsquigarrow \frac{1V}{m/s^2} = \frac{R_2}{R_1} 10 \frac{0,01}{m/s^2}$$

$$\begin{cases} \frac{R_2}{R_1} = \frac{1}{10 \cdot 0,01} = 10 \rightarrow R_2 = 10R_1 \cong 100 \text{ k}\Omega \\ R_2 R_1 \cong 10^3 \Omega^2 \rightarrow R_1 \cong 10 \text{ k}\Omega \\ R_1 = R_3 \quad R_2 = R_4 \end{cases}$$

MEZZ'ALIA

Per il ponte di Wheatstone il procedimento è uguale al precedente e

ottendiamo $K = \frac{0,01}{m/s^2}$

AMPLIF. DIFF.

$$V_M = \frac{R_6}{R_5} V_{AL} K_{\omega}$$

$$V_{AL} = 10V$$

$$\frac{5V}{m/s^2} = \frac{R_6}{R_5} 10 \frac{0,01}{m/s^2}$$

$$\rightsquigarrow \begin{cases} \frac{R_6}{R_5} = \frac{1}{2 \cdot 0,01} = 50 \rightsquigarrow R_6 = 50R_5 = 223,6 \text{ k}\Omega \\ R_5 R_6 \cong 10^3 \Omega^2 \rightsquigarrow R_5 \cong 4,472 \text{ k}\Omega \\ R_5 = R_7 \quad R_6 = R_8 \end{cases}$$

* ① partitore

AMPLIF. DIFF. ③

$$V_1 = \frac{R_{10}}{R_9} (V_M - V_E)$$

$$\begin{cases} \frac{R_{10}}{R_9} = 1 \\ R_9 R_{10} \cong 10^3 \Omega^2 \end{cases}$$

$$R_9 = R_{10} = R_{11} = R_{12} = 31,622 \text{ k}\Omega$$

* ② VALORE ASSOLUTO

COMPARATORE DI SOGLIA

V_1 ha una sensibilità di $\frac{1V}{m/s^2}$

Poiché la lampadina dovrà accendersi quando $a \geq 2g$, V_x dovrà essere

$$1V \cdot \frac{1 \text{ m}}{s^2} = V_x : 2g \rightsquigarrow V_x = \frac{2g \cdot 1V}{m/s^2} = \frac{2 \cdot 9,81 \frac{m}{s^2} \cdot 1V}{m/s^2} = 19,62V$$

Tenendo conto della tensione del diodo del rivelatore di picco:

$$V_R = V_x - V_T = 19,02V$$

OSCILLATORE

$$T = C_2 R_{15} \ln\left(1 + \frac{2R_{13}}{R_{14}}\right)$$

$$\begin{cases} \frac{R_{14}}{R_{13}} = 1 \rightarrow \text{scelgo io } R_{14} = R_{13} \\ R_{13}R_{14} \cong 10^9 \Omega^2 \end{cases}$$

$$T = 0,5 \text{ s}$$

$$R_{15}^2 = 10^9 \Omega^2$$

$$R_{13} = R_{14} = R_{15} = 31,622 \Omega$$

$$C_1 = \frac{T}{2R_{15} \ln\left(1 + \frac{2R_{13}}{R_{14}}\right)} = 14,332 \mu\text{F}$$

BJT e LAMPADINA

Suppongo che le tensioni in uscita della porta logica siano $V_{on} = 3\text{V}$ e $V_{off} = 1\text{V}$

$$R_L = 100 \Omega \quad \beta = 100$$

$$V_{AL} = 10\text{V} \quad V_{BE\ on} = 0,4\text{V}$$

$$V_{CE\ sat} = 0,3\text{V} \quad V_{BE\ sat} = 0,8\text{V}$$

BJT ibridazione

$$V_{off} \frac{R_{17}}{R_{16} + R_{17}} < V_{BE\ on} \rightarrow \frac{1\text{V}}{R_{16} + R_{17}} < \frac{0,4\text{V}}{1} \sim \frac{R_{16} + R_{17}}{R_{17}} > \frac{1}{0,4}$$

$$\frac{R_{16}}{R_{17}} > 1,5$$

BJT saturazione

$$\text{Impongo } R_{16} = 1,5 R_{17}$$

$$I_B > \frac{I_C}{\beta} = \frac{V_{AL} - V_{CE\ sat}}{R_L \beta} = \frac{10\text{V} - 0,3\text{V}}{100 \cdot 100} = 0,97 \text{ mA}$$

$$I_B = I_1 - I_2 = \frac{V_{on} - V_{BE\ sat}}{R_{16}} - \frac{V_{BE\ sat}}{R_{17}} > 0,97 \text{ mA}$$

$$\frac{2,2\text{V}}{1,5R_{17}} - \frac{0,8\text{V}}{R_{17}} > 0,97 \text{ mA} \sim \frac{2,2\text{V} - 0,8\text{V} \cdot 1,5}{1,5R_{17}} > 0,97 \text{ mA}$$

$$\frac{1\text{V}}{1,5R_{17}} > 0,97 \text{ mA} \sim \frac{1\text{V}}{1,5R_{17}} < \frac{1\text{V}}{0,97 \cdot 10^{-3} \cdot 1,5} = 687,285 \Omega$$

$$R_{17} = 670 \Omega$$

$$R_{16} = 1005 \Omega$$

Tema d'esame 20/09/2013 FILA B

Si debba progettare una bilancia elettronica per applicazioni terrestri composta da un piatto triangolare con altrettanti sensori di forza ai tre vertici del piatto. La misura del peso dell'oggetto posto sul piatto è la somma delle forze applicate ai vertici del piatto meno la tara di 500g. La bilancia abbia un'uscita in tensione proporzionale alla massa dell'oggetto posto sul piatto:

- V_p , con sensibilità di $3V/(Kg)$

Che utilizzi sensori di forza a ponte di Wheatstone i cui elementi sensibili abbiano una variazione $\Delta R/R=10^{-3}$ a $10N$.

- a) Si tracci lo schema a blocchi del sistema
- b) Si tracci lo schema elettrico completo
- c) Si calcoli il valore di tutte le componenti
- d) Si modifichi il circuito per ottenere una misura digitale della massa

PONTE DI WHEATSTONE

$$V_{AB} = V_{AL} \frac{\Delta R}{R} = V_{AL} K P - V_{AL} K m g \quad \text{Suppongo } V_{AL} = 12V$$

$$\frac{\Delta R}{R} = 10^{-3} \quad \text{a } 10N$$

$$10^{-3} = K \cdot 10N \rightarrow K = 10^{-4} \frac{1}{N}$$

Ragionamento uguale per i 3 ponti

AMPLIF. DIFF.

$$V_1 = \frac{R_2}{R_1} V_{AL} K P \rightarrow V_1 = \frac{R_2}{R_1} V_{AL} K m g$$

$$\frac{3V}{kg} = \frac{R_2}{R_1} V_{AL} K m g$$

$$\frac{R_2}{R_1} = \frac{3V}{kg} \frac{1}{V_{AL} K g} = \frac{3V}{kg} \frac{1}{\cancel{kg} \frac{12V}{4} \frac{10^{-4} 9,81 m/s^2}}{kg m/s^2}} = 254,84$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{R_2}{R_1} = 254,84 \rightarrow R_2 = 254,84 R_1 = 503,966 \text{ k}\Omega \\ R_2 R_1 = 109 \Omega^2 \rightarrow R_1 = 1,981 \text{ k}\Omega \end{array} \right.$$

Procedimento uguale per i 3 differenziali

AMPLIF. SOMMATTORE

$$V_4 = - \frac{R_6}{R_5} (V_1 + V_2 + V_3)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{R_6}{R_5} = 1 \\ R_6 R_5 = 109 \Omega^2 \end{array} \right. \Rightarrow R_5 = R_6 = 31,622 \text{ k}\Omega$$

AMPLIF. INVERTENTE

$$V_5 = - \frac{R_8}{R_7} V_4$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{R_8}{R_7} = 1 \\ R_7 R_8 = 109 \Omega^2 \end{array} \right. \rightarrow R_7 = R_8 = 31,623 \text{ k}\Omega$$

Esercizio 2

Si progetti un altimetro barometrico nel quale sussista la seguente relazione fra la pressione p misurata e l'altezza h :

$$p(h) = 1013 \text{ mbar} - 100 \frac{\text{mbar}}{\text{km}} \cdot h + 10 \frac{\text{mbar}}{\text{km}^2} \cdot h^2$$

Il circuito fornisca:

- un'uscita V_p in tensione, proporzionale alla pressione p , con sensibilità di 10V/MPa
- un'uscita V_h in tensione, proporzionale all'altezza h , con sensibilità di 1V/km

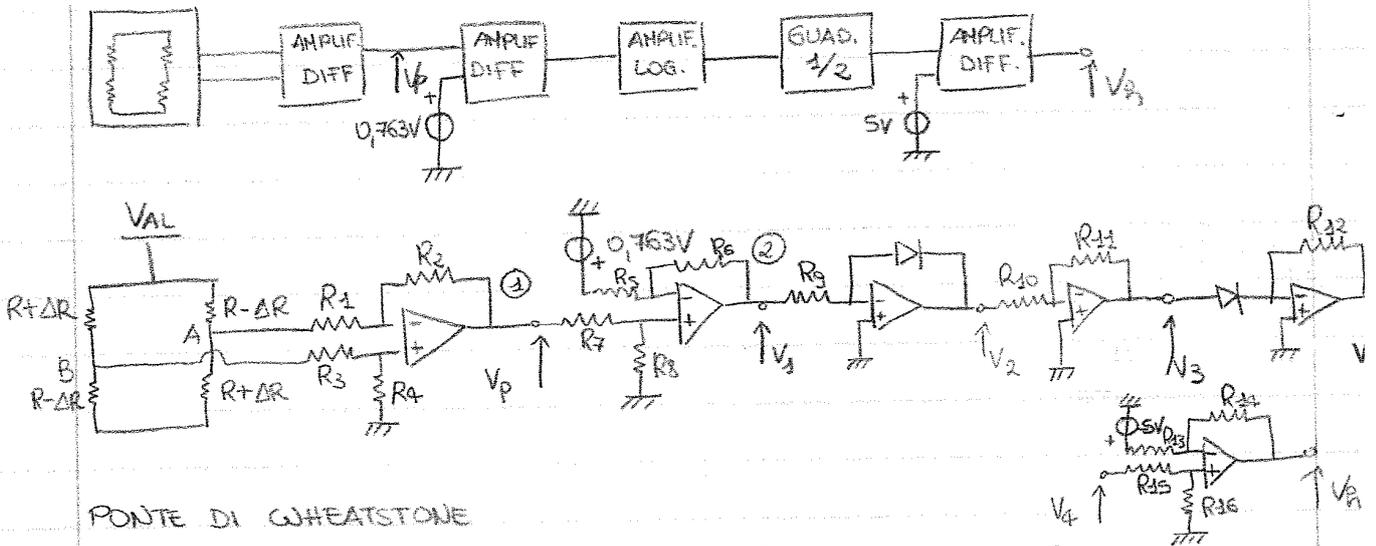
Utilizzando sensori di pressione a ponte di Wheatstone i cui elementi sensibili abbiano una variazione $\Delta R/R=1\%$ a 100kPa.

- d) Si tracci lo schema a blocchi del sistema
- e) Si tracci lo schema elettrico completo
- f) Si calcoli il valore di tutti i componenti

$$V_R = \frac{1V}{km} \cdot \frac{100 \text{ mbar}}{km} = \sqrt{\frac{-30520 \frac{\text{mbar}^2}{km^2} + V_p \cdot 10000 \frac{\text{mbar}}{V} \cdot 40 \frac{\text{mbar}}{km^2}}{20 \frac{\text{mbar}}{km^2}}}$$

$$V_R = \frac{100V}{20} - \frac{\sqrt{-30520 + \frac{V_p}{V} 40000}}{20} =$$

$$V_R = 5V - 1V \sqrt{-76,3 + 100 \frac{V_p}{V}} = 5V - 1V \sqrt{\frac{V_p - 0,763V}{10mV}}$$



PONTE DI WHEATSTONE

$$V_{AB} = \frac{\Delta R}{R} V_{AL} = V_{AL} K \cdot p$$

$$\frac{\Delta R}{R} = 1\% @ 100 \text{ KPa}$$

$$0,01 = K \cdot 100 \text{ KPa} \rightarrow K = 10^{-7} \frac{1}{Pa}$$

Pongo $V_{AL} = 10V$

ANPLIF. DIFF. (1)

$$V_p = \frac{R_2}{R_1} V_{AL} K p \Rightarrow \frac{10V}{10^5 Pa} = \frac{R_2}{R_1} \frac{10V}{10} \cdot 10^{-7} \frac{1}{Pa}$$

$$\left\{ \begin{aligned} \frac{R_2}{R_1} &= \frac{1}{10^5 \cdot 10^{-7}} = 10 \rightarrow R_2 = 10 R_1 \\ R_1 R_2 &= 10^3 \Omega^2 \Rightarrow R_1 = 10 \text{ K}\Omega \end{aligned} \right.$$

$$R_2 = 100 \text{ K}\Omega$$

$$R_1 = R_3 \quad R_2 = R_4$$