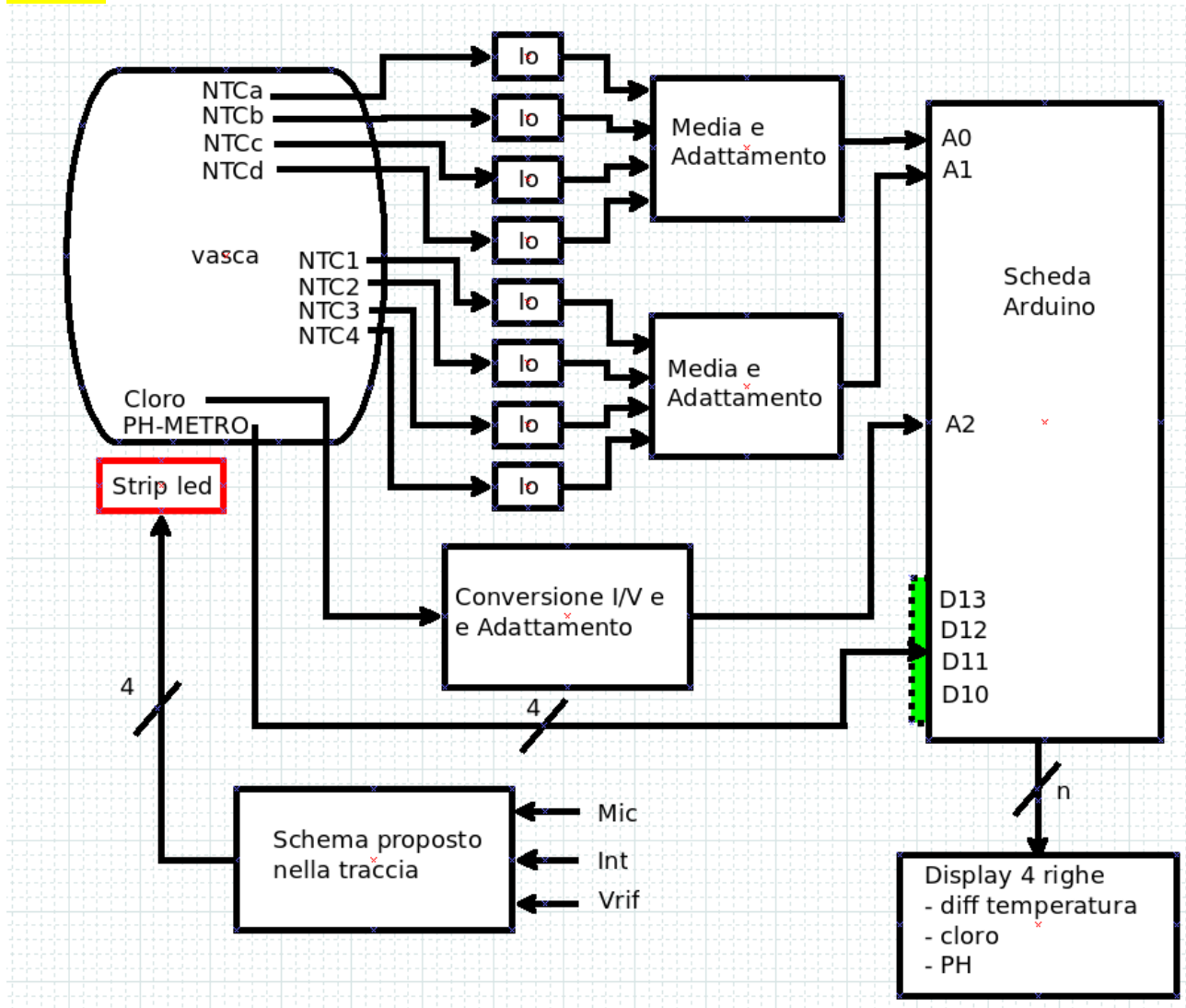


Proposta di soluzione:

**Punto 1:** Uno schema a blocchi con l'utilizzo della scheda arduino

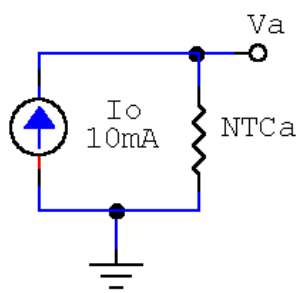


Descrizione dello schema a blocchi

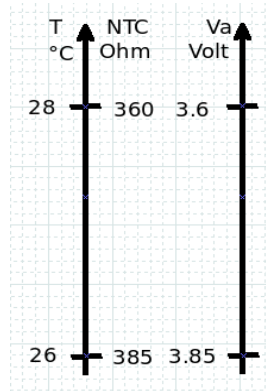
- Le NTCa b c d sono installate a 20 cm dal fondo della vasca
- Le NTC1 2 3 4 sono installate a 80 cm dal fondo della vasca
- Imponendo una corrente costante  $I_0$  nelle NTC si ricava una tensione  $V$ , basta farne poi la media e adattare opportunamente il segnale al range 0..5V
- La differenza tra le medie delle temperature si effettua via software.
- La corrente proveniente dal sensore di Cloro si converte in tensione e si adatta al range 0..5V
- I 4 bit del PH-metro si possono leggere con 4 bit di arduino posti in ingresso. Basta far combaciare la combinazione letta (sono solo 16) con il numero da visualizzare sul display alla terza riga.
- Come display si può utilizzare un commerciale da 4 righe per 20 colonne. Una riga non si userà. E' un display a matrice.

**Punto 2:** Dimensionamento delle interfacce necessarie.

a) acquisizione della temperatura da ogni NTC



Scegliendo una  $I_o$  di 10 mA la tensione  $V_a$  avrà il seguente range rispetto alla temperatura rilevata.



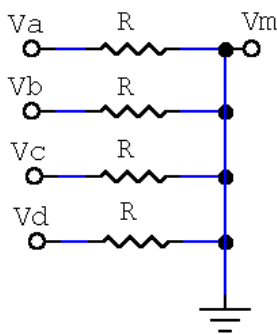
$$V_a(26 \text{ }^\circ\text{C}) = 10 * 385 = 3850 \text{ mV} = 3.85\text{V}$$

$$V_a(28 \text{ }^\circ\text{C}) = 10 * 360 = 3600 \text{ mV} = 3.6\text{V}$$

La media delle 4 temperature ha un range identico, da 3.85 a 3.6 V.

Per effettuare la media delle 4 temperature rilevate a 20 cm dal fondo della vasca, visto il basso valore delle NTC, si può utilizzare il seguente circuito imponendo  $R \gg 385 \text{ Ohm}$ , scegliamo  $R = 100 \text{ k}\Omega$

Si ricava infatti per



$$V_{m_{20cm}} = V_a \frac{R \parallel R \parallel R}{R + R \parallel R \parallel R} + V_b \frac{R \parallel R \parallel R}{R + R \parallel R \parallel R} + V_c \frac{R \parallel R \parallel R}{R + R \parallel R \parallel R} + V_d \frac{R \parallel R \parallel R}{R + R \parallel R \parallel R}$$

ed essendo  $R \parallel R \parallel R = \frac{R}{3}$  si ottiene  $V_m = (V_a + V_b + V_c + V_d) \frac{\frac{R}{3}}{R + \frac{R}{3}} = (V_a + V_b + V_c + V_d) \frac{1}{4}$

Ora bisogna adattare il range  $3.85 \div 3.6$  al range  $0 \div 5 \text{ V}$  adatti a sfruttare tutta la dinamica di ingresso a disposizione dell'ADC di arduino.

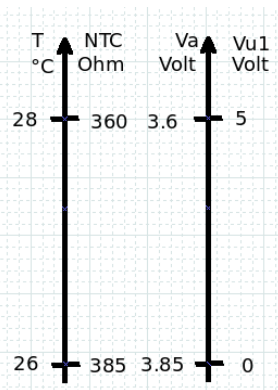


Fig. 1

È un semplice adattamento che segue lo schema a blocchi

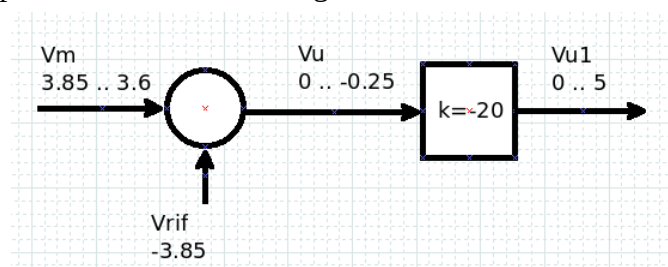
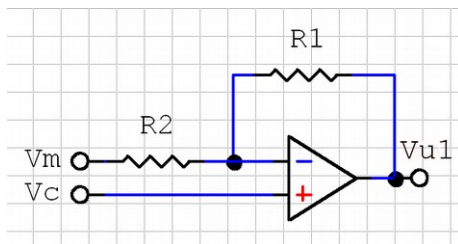


Fig. 2

dal quale ricaviamo la relazione  $V_{u1} = -20(V_m - 3.85) = 77 - 20V_m$  che fa subito pensare al seguente differenziale



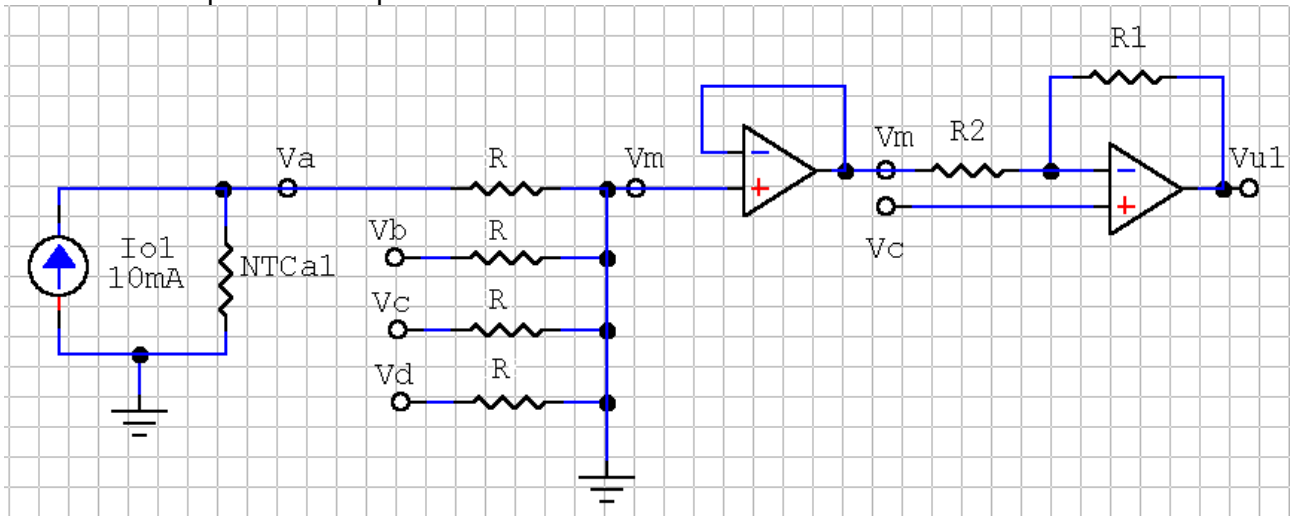
La cui relazione in-out è  $V_{u1} = V_c(1 + \frac{R_1}{R_2}) - V_m \frac{R_1}{R_2}$  e dal

confronto si deve imporre  $\frac{R_1}{R_2} = 20; V_c(1 + \frac{R_1}{R_2}) = 77$

possiamo quindi scegliere  $R_1 = 200 \text{ k}\Omega$ ,  $R_2 = 10 \text{ k}\Omega$  e ricavare  $V_c = 77/21 = 3.67 \text{ V}$ . E' anche conveniente fare in modo che la resistenza  $R_2$  non carichi lo schema che fornisce la media con

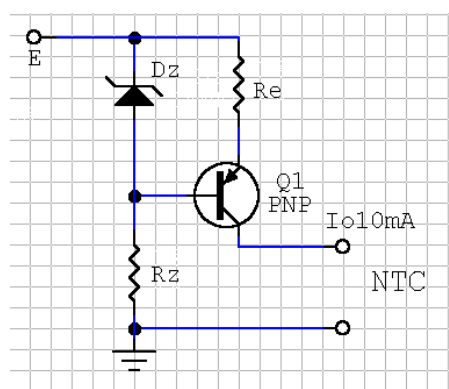
le 4 resistenze R, basta porre di mezzo un inseguitore di tensione.

Lo schema completo risulta quindi:



Lo stesso schema vale per le NTC installate a 80 cm dal fondo della vasca, chiamiamo la loro tensione adattata  $V_{u2}$ .

Per quanto riguarda il generatore di corrente costante possiamo usare il seguente, realizzato con bjt PNP



Per il dimensionamento, una volta scelti

- la tensione di zener 3.3 V
- la corrente di buon funzionamento dello zenere in 5mA
- l'alimentazione E in 12V
- Q1 = BC177 complementare del BC107

$$R_e = \frac{3.3 - 0.7}{10 \cdot 10^{-3}} = \frac{2.6}{10} 10^3 = 260 \Omega$$

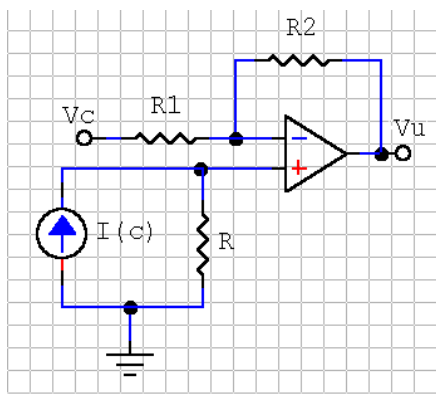
$$R_z = \frac{12 - 3.3}{5 \cdot 10^{-3}} = \frac{8.7}{5} 10^3 = 1.74 \text{ k}\Omega$$

Resta da fornire la formula per ricavare tramite software il valore della temperatura, una volta letto il valore numerico in ingresso all'ADC di arduino. Agli ingressi analogici viene letto un numero N da 0 (0V) a 1023 (5V), dalla figura 1 ricaviamo:

$$\frac{28 - 26}{1024} = \frac{T - 26}{N} \text{ dalla quale si ha } T = \frac{N}{512} + 26 \text{ formula da usare nel software.}$$

b) acquisizione della percentuale di cloro

Si può optare per diversi metodi, lavorando direttamente sulla corrente se si avesse un data sheet dal quale verificare i possibili collegamenti della sonda, oppure in modo più generale con il seguente schema:



Scegliamo  $R=0.22 \text{ k}\Omega$

Calcoliamo  $V_{+min} = (20 \cdot 0.8 - 10) \cdot 0.22 = 1.32 \text{ V}$   
 $V_{+MAX} = (20 \cdot 1.3 - 10) \cdot 0.22 = 3.52 \text{ V}$

quindi bisogna adattare il range 1.32 .. 3.52 V al range 0 .. 5 V, la relazione desiderata, tenendo conto che  $V_+ = V_R$  è

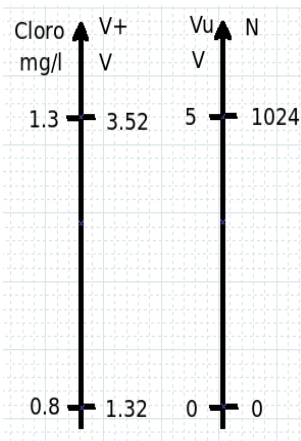
$$\frac{3.52 - 1.32}{5} = \frac{V_R - 1.32}{V_u} \quad \text{dalla quale si ricava}$$

$V_u = 2.26 V_R - 3$  . Dal circuito si ha:

$$V_u = V_R \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) - V_c \frac{R_2}{R_1} \quad \text{e dal confronto è evidente che bisogna porre} \quad 1 + \frac{R_2}{R_1} = 2.26; \quad V_c \frac{R_2}{R_1} = 3$$

per cui  $R_2/R_1 = 1.26$  e scegliamo  $R_2=126 \text{ k}\Omega$ ;  $R_{100}=126 \text{ k}\Omega$ . E per  $V_c = 3/1.26 = 2.37 \text{ V}$

Ricaviamo la formula da usare nel software:



$$\frac{1.3 - 0.8}{1024} = \frac{Cl - 0.8}{N} \quad \text{dalla quale ricaviamo} \quad Cl = \frac{N}{2048} + 0.8 [mg/l]$$

### c) acquisizione del valore PH

Dalle specifiche del sensore si ha la seguente tabella di corrispondenza

0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1000	1001	1010	1011	1100	1101	1110	1111
6	6.2	6.4	6.6	6.8	7	7.2	7.4	7.6	7.8	8	8.2	8.4	8.6	8.8	9

Basta quindi comporre gli ingressi digitali e con una selezione multipla inviare al display il corrispondente valore.

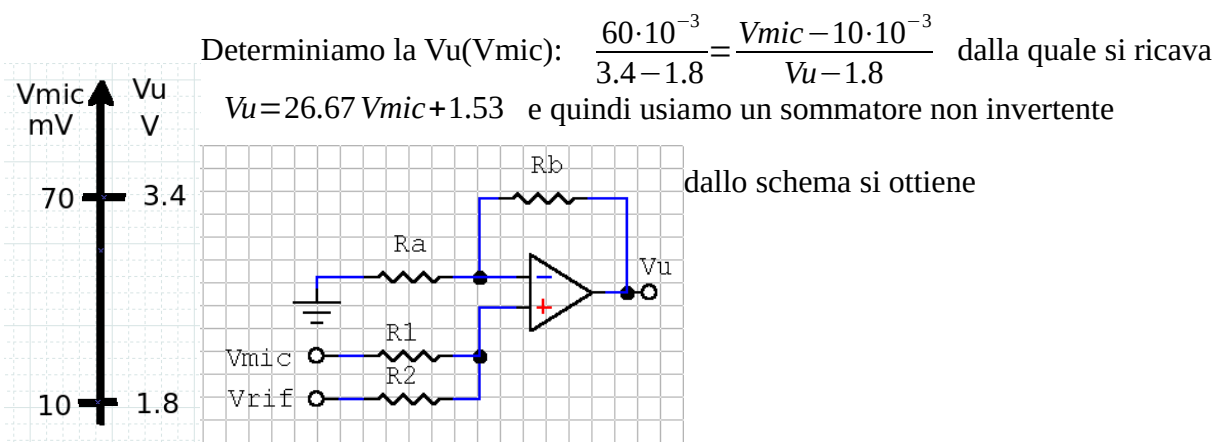
### Punto 3: Algoritmo di gestione.

<pre> Inizio et1: a ← A0       b ← A1       t20 = a/512 + 26       t80 = b/512 + 26       d = modulo(t80-t20)       riga1 del display ← "Tdiff: "+d         </pre>	
--	--

<pre> a ← A2 cl = a/2048 + 0.8 riga2 del display ← "Cloro: " + cl acquistare e accordare i bit d13..d10 nella variabile ph riga3 del display ← funzione associa(d13..d10) tornare all'etichetta et1 fine </pre>	<p>La funzione associa() invia al display la percentuale di cloro associato alla combinazione d13..d10</p>
---	--

**Punto 4:** Controllo delle strip LED.

Dalla descrizione delle strip LED si evince che il DEMUX è analogico, ogni strip deve essere alimentata con tensione che ha il range (1.8 ÷ 3.4)V in modo proporzionale al range (10 ÷ 70)mV della tensione in uscita dal microfono. Pertanto il blocco di condizionamento deve essere un adattatore di livello, chiamiamo Vu la sua uscita.



$$Vu = Vmic \frac{R_2}{R_1 + R_2} \left(1 + \frac{R_b}{R_a}\right) + Vrif \frac{R_1}{R_1 + R_2} \left(1 + \frac{R_b}{R_a}\right)$$

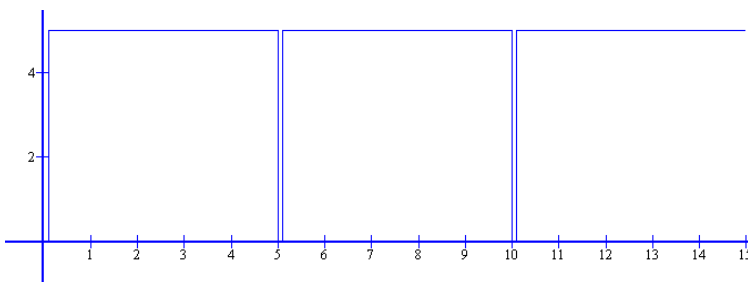
e confrontando con l'equazione desiderata

bisogna porre  $\frac{R_2}{R_1 + R_2} \left(1 + \frac{R_b}{R_a}\right) = 26.67$  e  $Vrif \frac{R_1}{R_1 + R_2} \left(1 + \frac{R_b}{R_a}\right) = 1.53$  e dividendo membro a

membro si ha  $\frac{R_2}{Vrif R_1} = 17.43$ , scegliendo  $Vrif = 1V$  possiamo dimensionare  $R_2 = 174.3 k\Omega$  e

$R_1 = 10 k\Omega$ . Sostituendo tali valori nella 1ª equazione ricaviamo  $R_b/R_a = 27.68$  e possiamo dimensionare  $R_b = 27.68 k\Omega$  e  $R_a = 1 k\Omega$ .

Per il campionamento: dal manuale possiamo usare il campionatore integrato SHC5320 pilotando il suo pin mode-control con un impulso di sample ogni 5 secondi. E' necessario un segnale come segue, che possiamo ottenere da un astabile con NE555 alla sua uscita al pin 3.



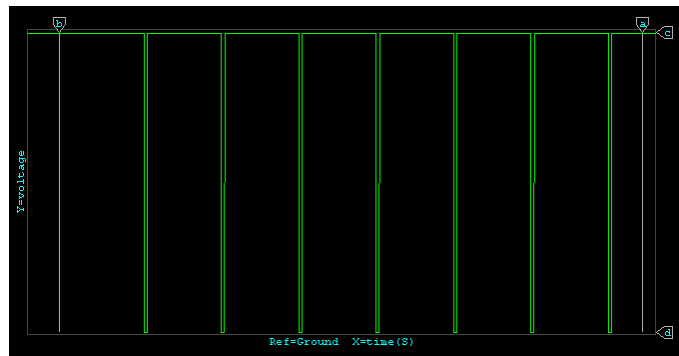
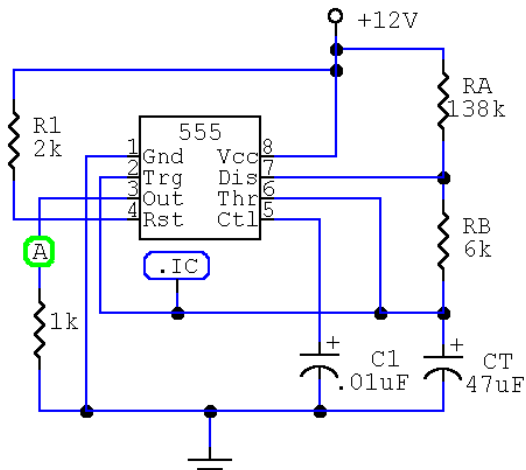
Dal manuale si ha

$$t_a = 0.69 (R_A + R_B) C_T \quad (\text{hold})$$

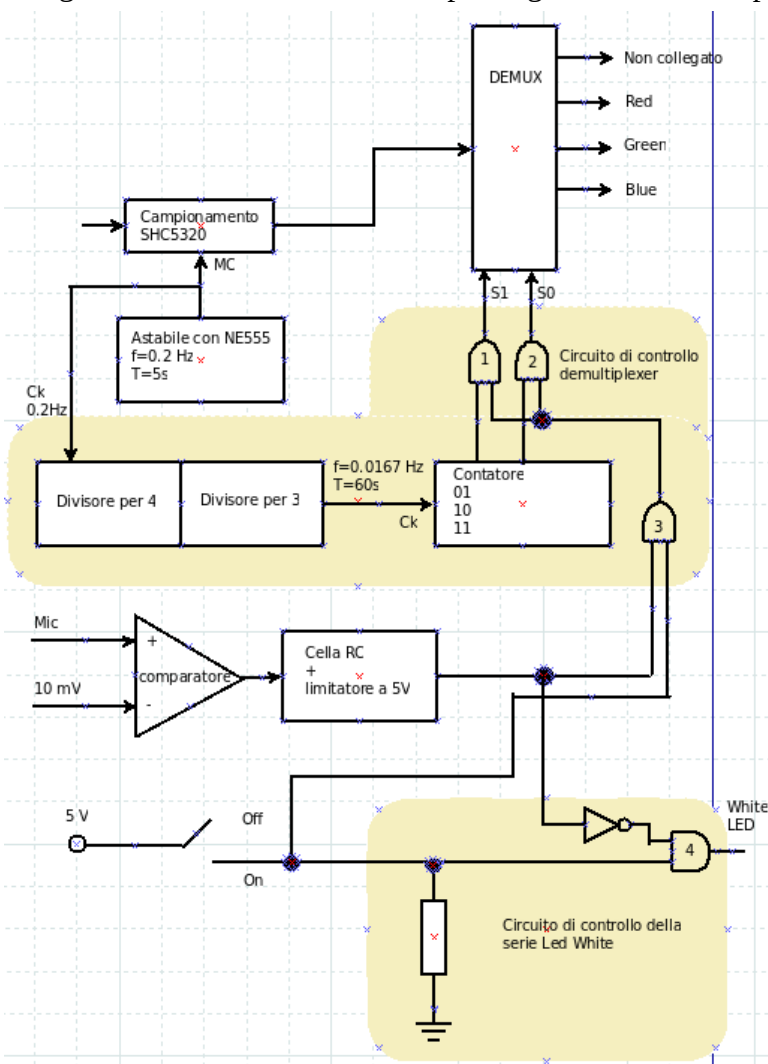
$$t_b = 0.69 R_B C_T \quad (\text{sample})$$

Tenendo conto che  $t_b \ll t_a$  e quindi deve essere  $R_B \ll R_A$ , si può ottenere un impulso ogni 5 secondi scegliendo

$C_T = 47 \mu F$ , e calcolando  $R_A = 138 k\Omega$ ,  $R_B = 6 k\Omega$



Per quanto riguarda il DEMUX, le strip da comandare sono 3, quindi servono 2 bit di selezione, i DEMUX con 2 bit di selezione hanno tutti 4 uscite, possiamo usare la prima selezione per non collegarvi nulla e tenere le altre 3 strip spente, basta inviare come bit di selezione 01, 10, 11, 01 e così via, forzando lo 00 per tenerle spente. Ancora, i bit di selezione devono cambiare ogni minuto, ma 1 minuto sono  $5 \cdot 12$  secondi, allora si può dividere per 12 la frequenza dell'uscita dell'astabile a NE555. Si possono usare due divisori in cascata, uno divide per 4 e l'altro divide per 3. Per chiarire disegniamo uno schema a blocchi per la gestione delle strip seguendo quello proposto nella traccia:



Con l'interruttore in Off si hanno i led bianchi spenti e attraverso le porte AND 3, 2, 1 si ha  $S1 S0 == 00$  e il demux seleziona la posizione non collegato e perciò R G B sono spenti.

Con l'interruttore in On e in assenza di musica si ha un segnale alto all'uscita della porta 4 che illumina i led bianchi, mentre il demux continua a restare nella posizione non collegato.

Con l'interruttore in On e musica nell'ambiente la porta 3 manda la sua uscita a livello alto abilitando il passaggio dei bit del contatore a S1 S0 e si avvia la selezione e illuminazione delle strip colorate. Contemporaneamente l'unica porta NOT manda la sua uscita a livello basso spegnendo la striscia di led bianchi.

La cella RC è necessaria per filtrare valori inferiori a 10 mV per intervalli di tempo brevi e quindi non significativi per stabilire l'assenza di musica nell'ambiente.

E' chiesto nella traccia di descrivere una possibile soluzione per la realizzazione delle temporizzazioni richieste e non la progettazione di tutti i blocchi indicati. Può essere un ottimo spunto per uno studente progettare un divisore per 4 e poi per 3, nonché progettare un contatore a 2 bit che non presenti lo 00 ma conti 01..10..11..01.. ect (sugg. macchine a stati).