

Indirizzo: ELETTRONICA E TELECOMUNICAZIONI

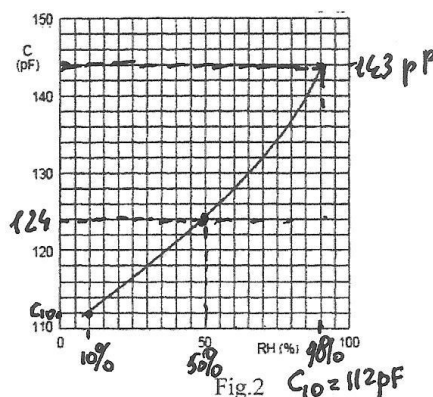
Tema di: ELETTRONICA

(Testo valevole per i corsi di ordinamento e per i corsi del progetto sperimentale "Sirio")

Si deve rilevare l'umidità relativa RH % presente in un ambiente, nell'intervallo 10%-90%, e visualizzarla su di un display numerico. A tale scopo si utilizza un sensore capacitivo le cui caratteristiche sono riportate nelle figure 1 e 2.

PARAMETER	VALUE	UNIT
Humidity range (RH)	10 to 90	%
Capacitance at +25 °C, 43% RH, 100 kHz	122 ± 15%	pF
Sensitivity between 12 and 75% RH	0.4 ± 0.05	pF/%RH
Frequency	1 to 1000	kHz
Maximum AC or DC voltage	15	V
Storage humidity range (RH)	0 to 100	%
Ambient temperature range:		
operating	0 to +85	°C
storage	-25 to +85	°C
Drop test:		
height of free fall	1	m
Mass	+1.3	g

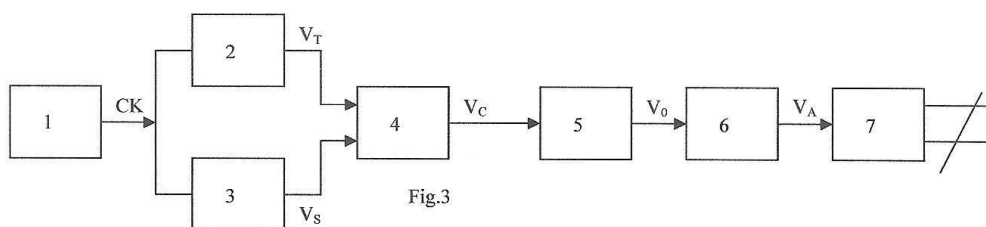
Fig.1



Per determinare la tensione V_0 , proporzionale alla RH %, si fa riferimento allo schema di figura 3 composto dai seguenti blocchi:

1. generatore di onda quadra non alternativa di ampiezza 5 V e frequenza $f = 10$ KHz che fornisce il clock per la commutazione dei monostabili;
2. multivibratore monostabile di taratura che fornisce impulsi positivi di ampiezza 5V e durata determinata dalla capacità corrispondente all'umidità relativa del 10%;
3. multivibratore monostabile, nel quale è inserito il sensore capacitivo, che fornisce impulsi positivi di ampiezza 5V e durata proporzionale al valore di umidità relativa rilevata;
4. circuito EX-OR che confronta gli impulsi di taratura V_T con quelli di durata variabile V_S ;
5. circuito integratore in grado di rilevare il valore medio della tensione V_C all'uscita dell'EX-OR;
6. amplificatore di segnale;
7. convertitore analogico digitale.

Tema di: ELETTRONICA
(Testo valevole per i corsi di ordinamento e per i corsi del progetto sperimentale "Sirio")

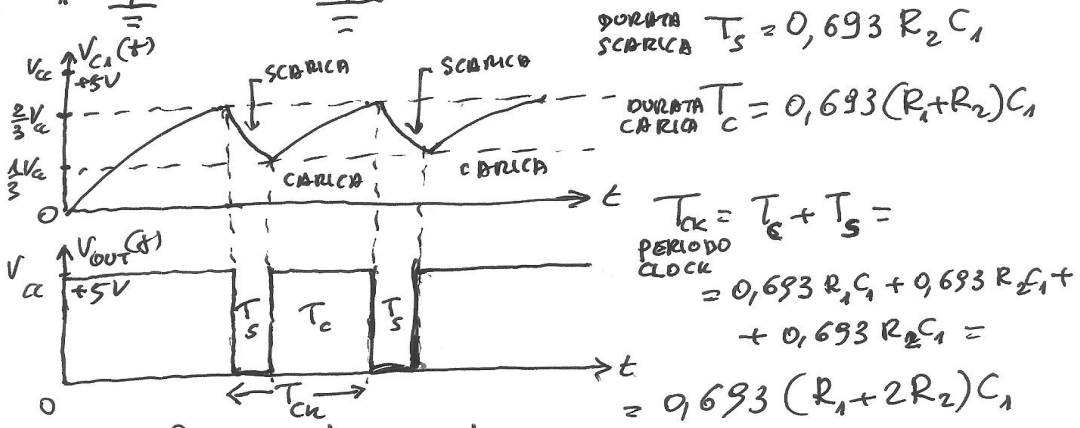
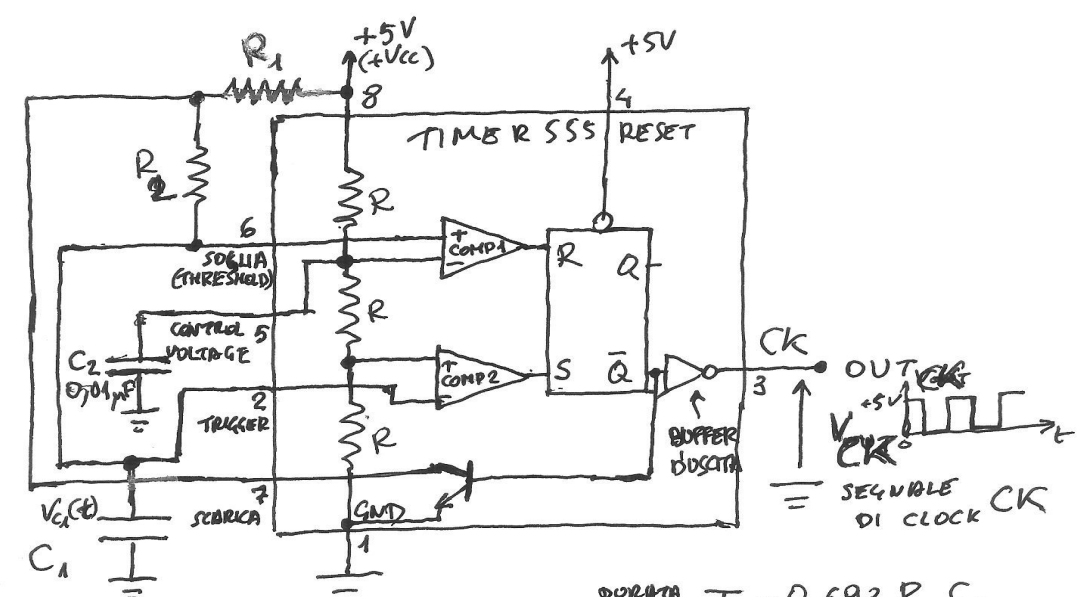


Il candidato, formulate le eventuali ipotesi aggiuntive:

- a- dia una spiegazione puntuale del funzionamento dello schema proposto
- b- progetti e dimensioni il blocco 1
- c- progetti e dimensioni il blocco 2 utilizzando come capacità di taratura quella corrispondente all'umidità relativa del 10%
- d- progetti e dimensioni il blocco 3 individuando la durata degli impulsi di uscita V_S per valori di umidità pari al 10%, 50%, 90%
- e- disegni le forme d'onda all'uscita dei blocchi 1, 2, 3 e 4, per i tre valori di umidità proposti, correlandole fra di loro in opportuna scala
- f- progetti e dimensioni il blocco 5 calcolando i valori della tensione V_0 per le forme d'onda corrispondenti ai tre valori di umidità relativa
- g- progetti e dimensioni il blocco 6 affinché l'uscita V_A valga 5V quando è presente l'umidità del 90%

Per la visualizzazione su un display numerico dell'umidità relativa il candidato scelga un opportuno convertitore ADC e descriva le necessarie interfacce fra ADC e display.

PUNTO b) → BLOCCO 1 3
 DIMENSIONAMENTO ASTABILE PER LA GENERAZIONE
 DEL SEGNALE DI CLOCK PER I MONOSTABILI



$$f_{clock} = \frac{1}{T_{CK}} = \frac{1}{0,693 (R_1 + 2R_2) C_1} = \frac{1,443}{(R_1 + 2R_2) C_1}$$

$$D = \frac{T_C}{T_{CK}} = \frac{DURATA CARICA}{PERIODO CLOCK}$$

PER OTTENERE UN DUTY CYCLE PROSSIMO AL 50%⁴
 DEVE ESSERE R_1 (RESISTORE DI SCARICA) $\ll R_2$
 SI SCEGLIE: $R_1 = 1 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 10 \text{ k}\Omega$ ($R_1 + R_2$ DEVE ESSERE
 $< 2 \text{ M}\Omega$)
 PER OTTENERE $f_{\text{clock}} = 10 \text{ kHz} = 10^4 \text{ Hz}$ (DRIVING FREQUENCY)
 CON $T_{\text{ck}} = 10^{-4} \text{ s}$ SI CALCOLA

IL VALORE DI C_1 :

$$T_{\text{ck}} = 0,693 (R_1 + 2R_2) C_1 = 10^{-4} \text{ s}$$

$$C_1 = \frac{T_{\text{ck}}}{0,693 (R_1 + 2R_2)} = \frac{10^{-4}}{0,693 \cdot (10^3 + 2 \cdot 10^4)} =$$

$$= \frac{10^{-4}}{0,693 \cdot 21 \cdot 10^3} = \frac{10^{-4}}{14553} = 6,87 \cdot 10^{-8} \text{ F} =$$

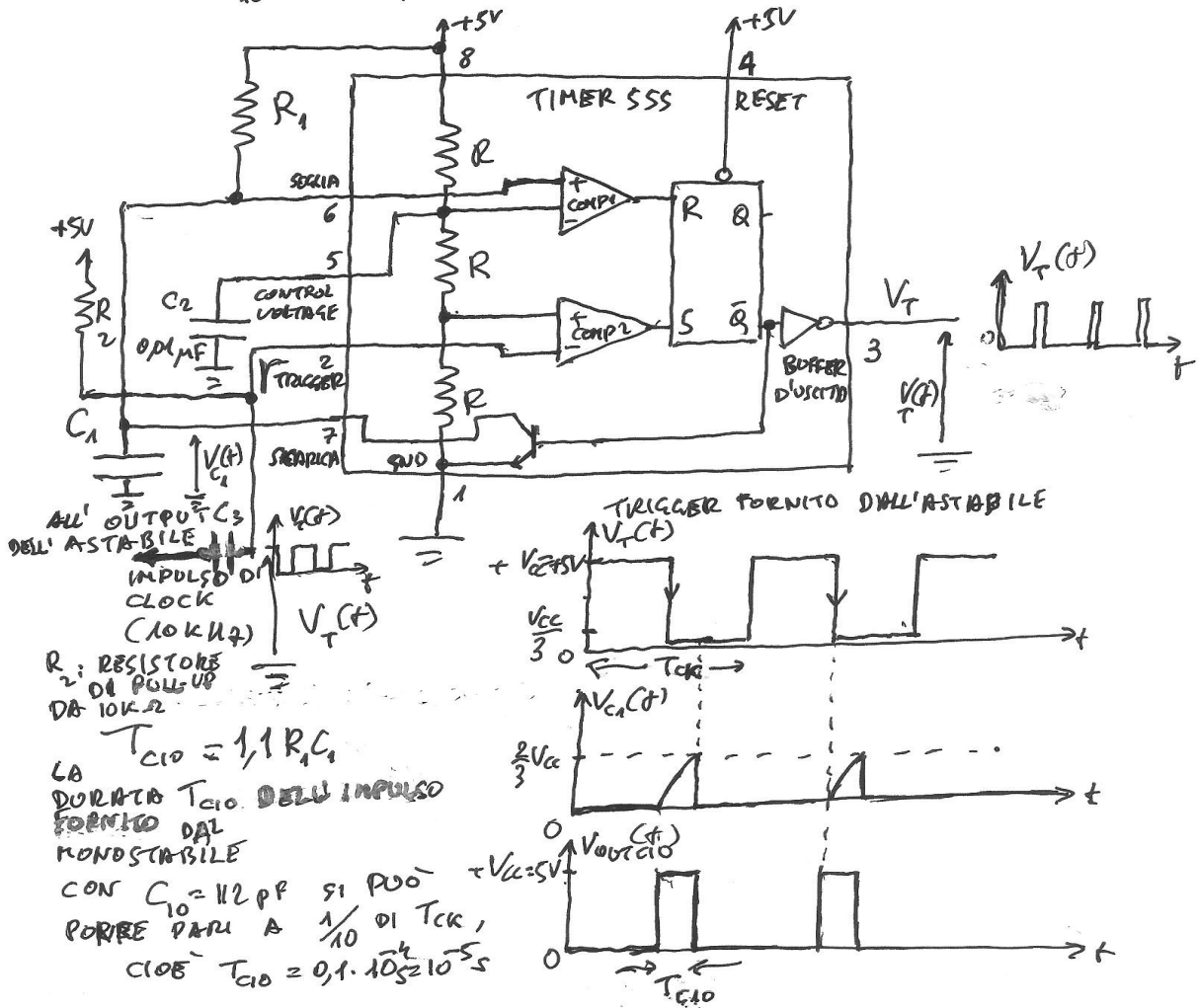
$$= 6,87 \text{ nF}$$

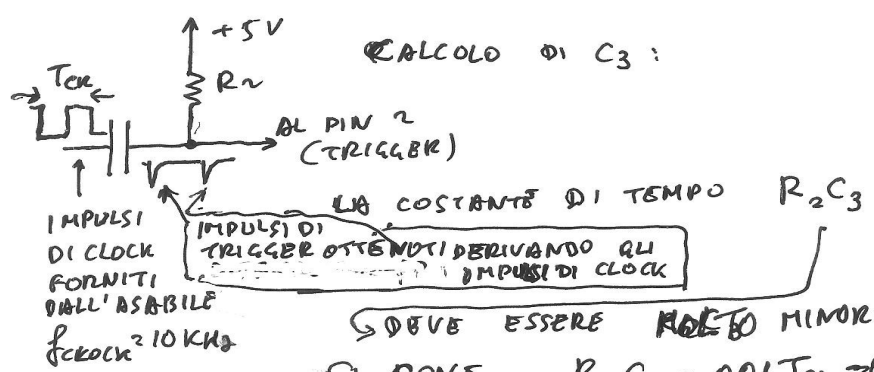
PUNTO C) - BLOCCO 2

5

DIMENSIONAMENTO DEL MONOSTABILE DI TRIGGERATA
 PER LA GENERAZIONE DI IMPULSI DI DURATA
 DETERMINATA DALLA CAPACITA' C_{10} CHE IL SENSORE DI
 UMIDITA' ASSUME QUANDO IL VALORE DI UMIDITA' RH E'
 PARI AL 10%

$$C_{10} = 112 \text{ pF}$$





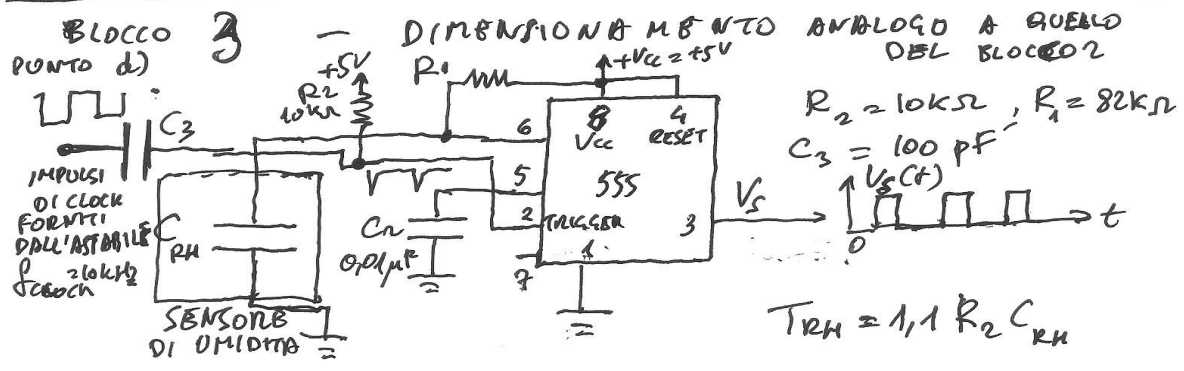
$$C_3 = \frac{10^{-6}}{R_2} = \frac{10^{-6}}{10^4} = 10^{-10} F = 100 pF$$

CALCOLO DI R_1 :

$$T_{C10} = 1,1 R_1 C_1 ; \quad R_1 = \frac{T_{C10}}{1,1 \cdot C_1}$$

$$= \frac{10^{-5}}{1,1 \cdot 12 \cdot 10^{-12}} = \frac{10^{-5}}{13,2 \cdot 10^{-12}} = 81168,8 \Omega$$

SI SCEGLIE IL VALORE COMMERCIALE DI $82k\Omega$



CALCOLO DELLE DURATE DEGLI IMPULSI FORNITI
 DAL BLOCCO 3 PER I VALORI DI UMIDITA'
 DEL 10%, DEL 50% E DEL 90%
 DAL GRAFICO DEL SENSORE SI RILEVANO I VALORI:
 $C_{RH=10\%} = 112 \text{ pF}$; $C_{RH=50\%} = 124 \text{ pF}$; $C_{RH=90\%} = 143 \text{ pF}$

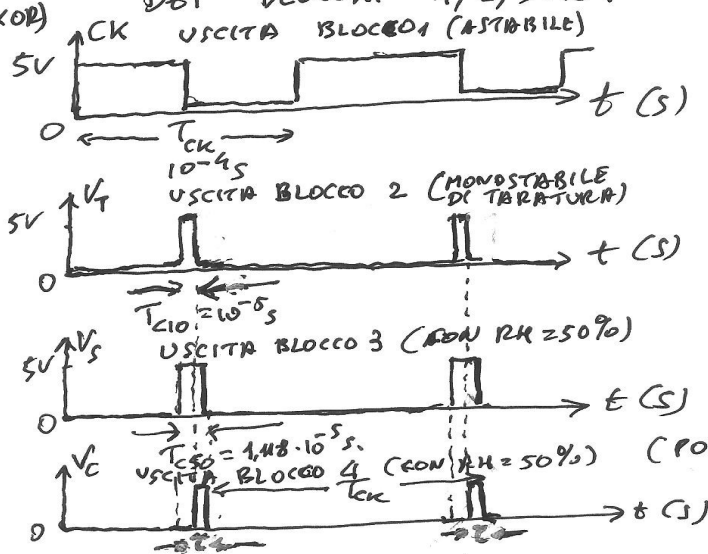
PERTANTO SI HA: $T_{RH} = 1,1 R_2 C_{RH}$

$T_{RH=10\%} = 1,1 \cdot 82 \cdot 10^3 \cdot 112 \cdot 10^{-12} = 1,01 \cdot 10^{-5} \text{ s} \approx 10^{-5} \text{ s}$
 $\uparrow C_{RH=10\%}$

$T_{RH=50\%} = 1,1 \cdot 82 \cdot 10^3 \cdot 124 \cdot 10^{-12} = 1,118 \cdot 10^{-5} \text{ s}$
 $\uparrow C_{RH=50\%}$

$T_{RH=90\%} = 1,1 \cdot 82 \cdot 10^3 \cdot 143 \cdot 10^{-12} = 1,289 \cdot 10^{-5} \text{ s}$
 $\uparrow C_{RH=90\%}$

PUNTO e)
 BLOCCO A (PORTA EXOR)
 DISEGNO DELLE FORME D'ONDA ALL'USCITA
 DEI BLOCCHI 1, 2, 3, e 4



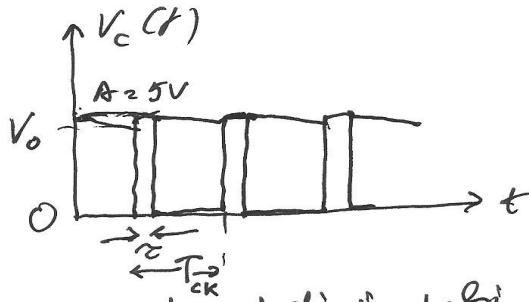
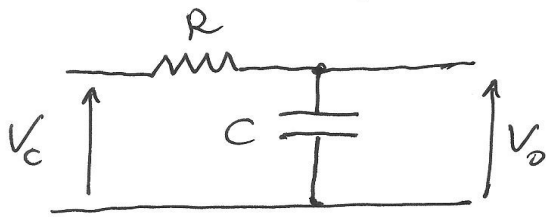
V_T	V_S	V_C
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0



punto f)
Blocco 5

circuito a valor medio
 (filtro passa basso)

8



AMPLIEZZA
 IMPULSI
 \downarrow
 $A=5V$

$$V_0 = A \cdot D = A \frac{\tau}{T_{ck}}$$

VALOR MEDIO
 \uparrow
 D

τ ← durata degli impulsi prodotti dalla porta
 EXOR

$$\tau = T_{RH} - T_{RL}$$

(DUE 10% A 50%)

$$\tau_{RH=10\%} = T_{RH=10\%} - T_{RL=10\%} = 0 \text{ s.}$$

$$\tau_{RH=50\%} = T_{RH=50\%} - T_{RL=10\%} = 1,118 \cdot 10^{-5} - 10^{-5} = 0,118 \cdot 10^{-5} \text{ s.}$$

$$\tau_{RH=90\%} = T_{RH=90\%} - T_{RL=10\%} = 1,289 \cdot 10^{-5} - 10^{-5} = 0,289 \cdot 10^{-5} \text{ s.}$$

DURATA IMPULSI
 PRODOTTI DAL
 BLOCCO 3
 (MONOSTABILE
 CON SENSORE DI
 UMIDITA' RH)

Per ottenere un buon filtraggio degli impulsi
 occorre che la frequenza di taglio $\omega = -3 \text{ dB } f_T$ del
 filtro sia molto minore della frequenza di clock.
 Essendo $f_{clock} = 10 \text{ kHz} = 10000 \text{ Hz}$, si sceglie $f_T = 100 \text{ Hz}$.

$$f_T = \frac{1}{2\pi RC}$$

Posto $C = 10 \text{ nF}$, si
 ottiene: $2\pi RC f_T = 1$; $R = \frac{1}{2\pi C f_T} =$
 $= \frac{1}{6,28 \cdot 10 \cdot 10^{-9} \cdot 10^2} = \frac{1}{6,28 \cdot 10^6} = 159235,66 \Omega$. Si utilizza
 un resistore da $180 \text{ k}\Omega$.

I valori di V_0 (valori medi degli impulsi di riempire AD₁) sono:
($T_{ck} = 10^{-4}s$)

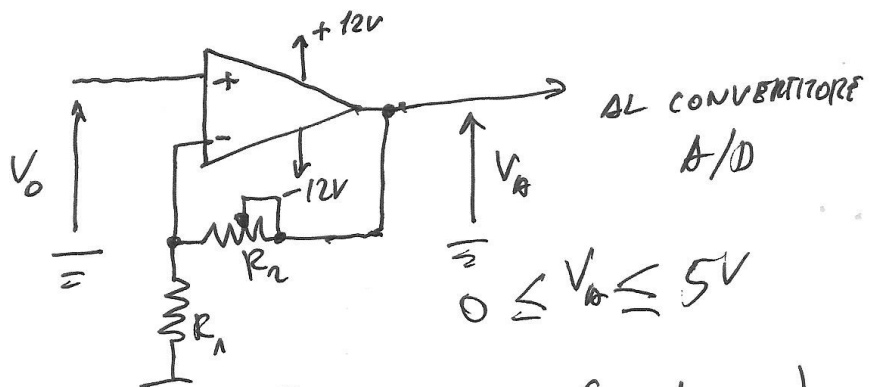
per $R_H = 10\% \rightarrow V_0(10\%) = 0V$

per $R_H = 50\% \rightarrow V_0(50\%) = \frac{A \tau_{RH=50\%}}{T_{ck}} =$
 $= \frac{5 \cdot 0,118 \cdot 10^{-5}}{10^{-4}} = 0,059V$

per $R_H = 90\% \rightarrow V_0(90\%) = \frac{A \tau_{RH=90\%}}{T_{ck}} =$
 $= \frac{5 \cdot 0,289 \cdot 10^{-5}}{10^{-4}} = 0,1445V$

punto 8)
Blocco 6

SI IMPIEGA UN AMPLIFICATORE INVERTENTE PER OTTENERE $V_A = 5V$ PER $R_H = 90\%$:



$$\frac{V_A}{V_0(90\%)} = 1 + \frac{R_2}{R_1} = \frac{5}{0,1445} = 34,60 \text{ (quadruplo)} \text{ (ridotto)}$$

$$\frac{R_2}{R_1} = 34,60 - 1 = 33,60 \text{ , se si sceglie } R_1 = 1k\Omega,$$

$$R_2 = 33,60 k\Omega$$

(trimmer da 47kΩ regolato a 33,60kΩ)

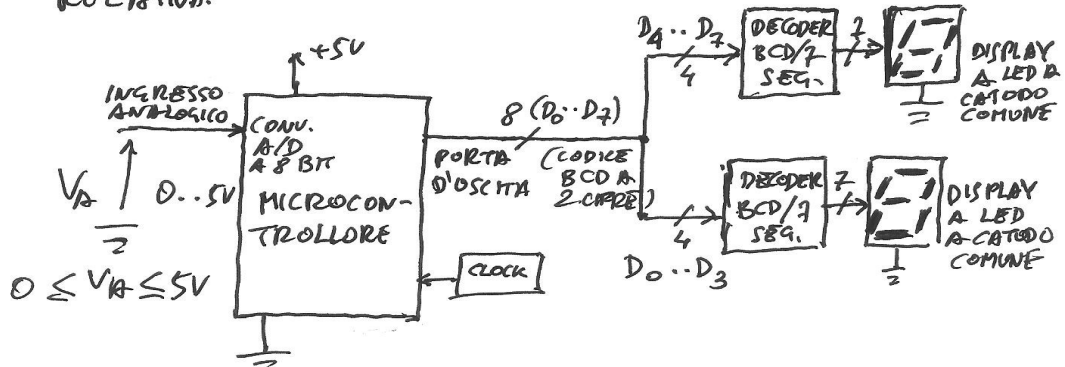
PER DIGITALIZZARE IL VALOR MEDIO V_0 E VISUALIZZARLO CON UN DISPLAY A LED A 7 SEGMENTI A DUE CIFRE (RH VARIA DAL 10% AL 90%)

SI PUO' UTILIZZARE UN MICROCONTROLLORE DOTATO DI INGRESSI ANALOGICI (CON FONDO SCALA DI 5V) (ESEMPIO: PIC18F2620 DELLA DITTA MICROCHIP).

LO SCHEMA A BLOCCHI E' IL SEGUENTE

BLOCCO 7

CONVERTITORE A/D + VISUALIZZATORE DELL'UMIDITA' RELATIVA.



BISOGNA SVILUPPARE UN ALGORITMO CHE CONVERTA LA TENSIONE V_A IN UN CODICE BINARIO A 8 BIT (DA 00 A FF), MEDIANTE IL QUALE, UTILIZZANDO UNA TABELLA DI CONVERSIONE A 256 INGRESSI, MEMORIZZATA NELLA EPROM DATI, SI POSSA INVIARE AD UNA PORTA D'USCITA L'EQUIVALENTE CODICE BCD A 2 CIFRE (DA 10% A 90%). VALE LA PROPORZIONE:

$$\frac{00000000 \leq N \leq 11111111}{(0) \quad (255)} \Bigg| \frac{V_A}{5} \cdot \frac{N \text{ (NUMERO BINARIO A 8 BIT)}}{255} = \frac{\text{VALORE \% DI RH}}{90}$$

AL VALORE N IN BINARIO PURO FORNITO DAL CONVERTITORE BISOGNA ASSOCIARE E MEMORIZZARE IN EPROM IL CORRESPONDENTE VALORE (DA 10 A 90) IN BCD.

ESEMPIO

11

SE $RH = 10\% \rightarrow V_A = 0 \rightarrow N = 00000000$
(10%) (0)

VALORE DI RH IN BCD: $RH = \frac{90 N}{255} = 0$

NELLA EPROM, NELLA PRIMA DELLE 256 LOCALIZIONI SI MEMORIZZA IL CODICE BCD A 2 CIFRE. $\frac{0001}{1} \frac{0000}{0}$

SE $RH = 50\% \rightarrow V_A = V_0 \cdot 34,60 = 0,059 \cdot 34,60 = 2,0414V$
(50%) (50%)

$\frac{N}{255} = \frac{V_A(50\%)}{5} \rightarrow N = \frac{255 \cdot 2,0414}{5} = 104,11 \rightarrow 104$

NELLA EPROM, NELLA 104^{ma} DELLE 256 LOCALIZIONI SI MEMORIZZA IL CODICE BCD A 2 CIFRE $\frac{0101}{5} \frac{0000}{0}$

SE $RH = 90\% \rightarrow V_A(90\%) = V_0 \cdot 34,60 = 0,145 \cdot 34,60 = 4,997V \approx 5V$
(90%)

$\frac{N}{255} = \frac{V_A(90\%)}{5} \rightarrow N = \frac{255 \cdot 5}{5} = 255$

NELLA EPROM, NELLA 255^{ma} LOCALIZIONE SI MEMORIZZA IL CODICE BCD A 2 CIFRE $\frac{1001}{9} \frac{0000}{0}$