

Un esempio di utilizzo di astabili e monostabili

Un sistema per il rilevamento dell'umidità

Il tema degli esami di stato del 2008

M320 – ESAME DI STATO DI ISTITUTO TECNICO INDUSTRIALE**CORSO DI ORDINAMENTO****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 \pm 15%	pF
Sensitivity between 12 and 75% RH	0.4 \pm 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	\approx 1.3	g

Fig.1

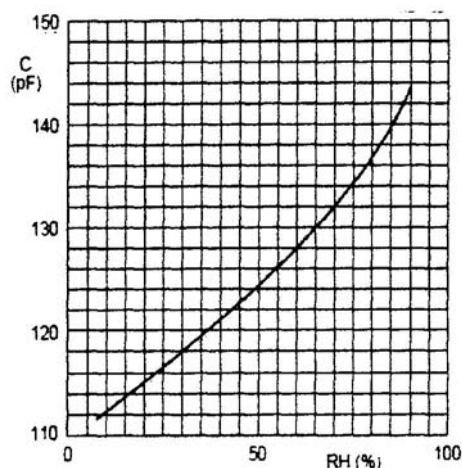
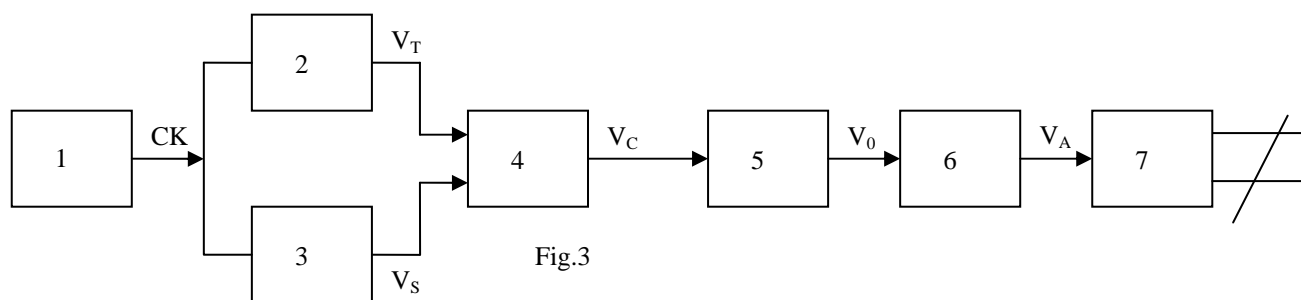


Fig.2

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.

M320 – ESAME DI STATO DI ISTITUTO TECNICO INDUSTRIALE**CORSO DI ORDINAMENTO****Indirizzo: ELETTRONICA E TELECOMUNICAZIONI****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%

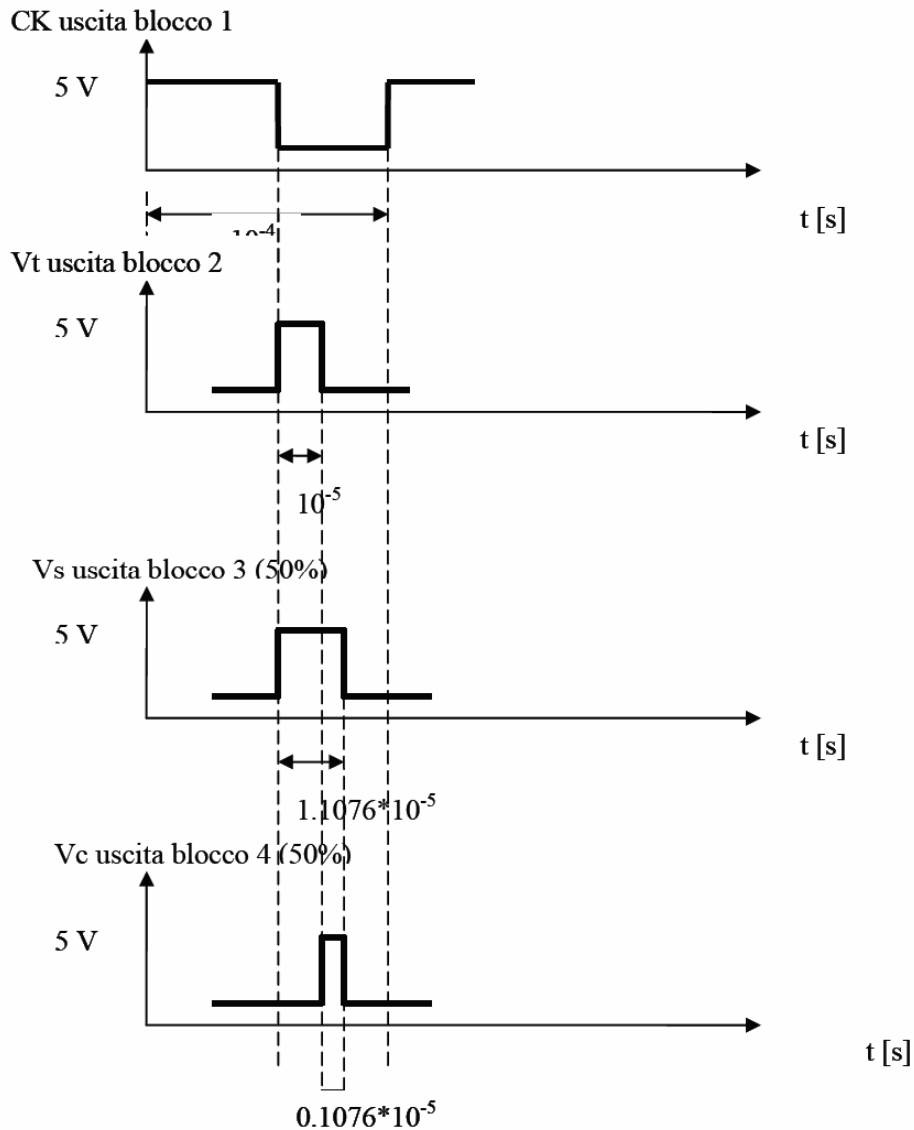
Per la visualizzazione su un display numerico dell'umidità relativa il candidato scelga un opportuno convertitore ADC e descriva le necessarie interfacce fra ADC e display.

Durata massima della prova: 6 ore.

È consentito l'uso di manuali tecnici e di calcolatrici non programmabili.

Non è consentito lasciare l'Istituto prima che siano trascorse 3 ore dalla dettatura del tema.

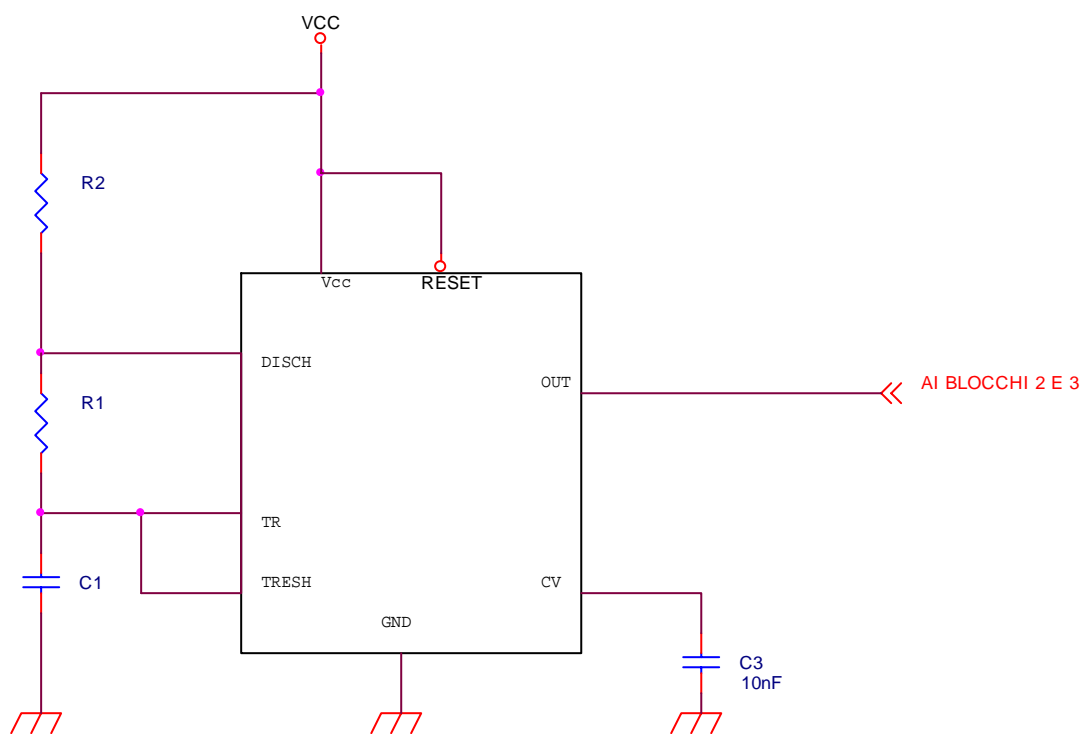
Cominciamo con la spiegazione dello schema: con il blocco 1 generiamo un'onda quadra. IL fronte di discesa di questa onda fa da trigger ai due monostabili dei blocchi 2 e 3.



il monostabile del blocco 2 genererà impulsi di durata fissa mentre il secondo monostabile genererà impulsi di lunghezza variabile in dipendenza della capacità offerta dal sensore e dunque del tasso di umidità. Se l'umidità è del 10% i due monostabili genereranno impulsi di ampiezza identica. Poiché lo stesso segnale ad onda quadra fa da trigger ad entrambi i monostabili i treni di impulsi da essi generati sono perfettamente in fase. IL circuito di OR esclusiva

genererà allora un'onda che sarà a livello alto soltanto negli intervalli di tempo in cui è alto l'impulso generato dal blocco 3 ed è basso l'impulso generato dal blocco 2. Nell'ipotesi che l'umidità sia del 10% in uscita della EX-Or non avremo alcun segnale, mentre per umidità superiori avremo impulsi che avranno ampiezza tanto più grande quanto maggiore è l'umidità. Il blocco mediatore ottiene da questo treno di impulsi una tensione media tanto più grande quanto più durano gli impulsi generati dal blocco 3 quindi è una tensione proporzionale all'umidità.

Il primo blocco è un NE555 in configurazione astabile



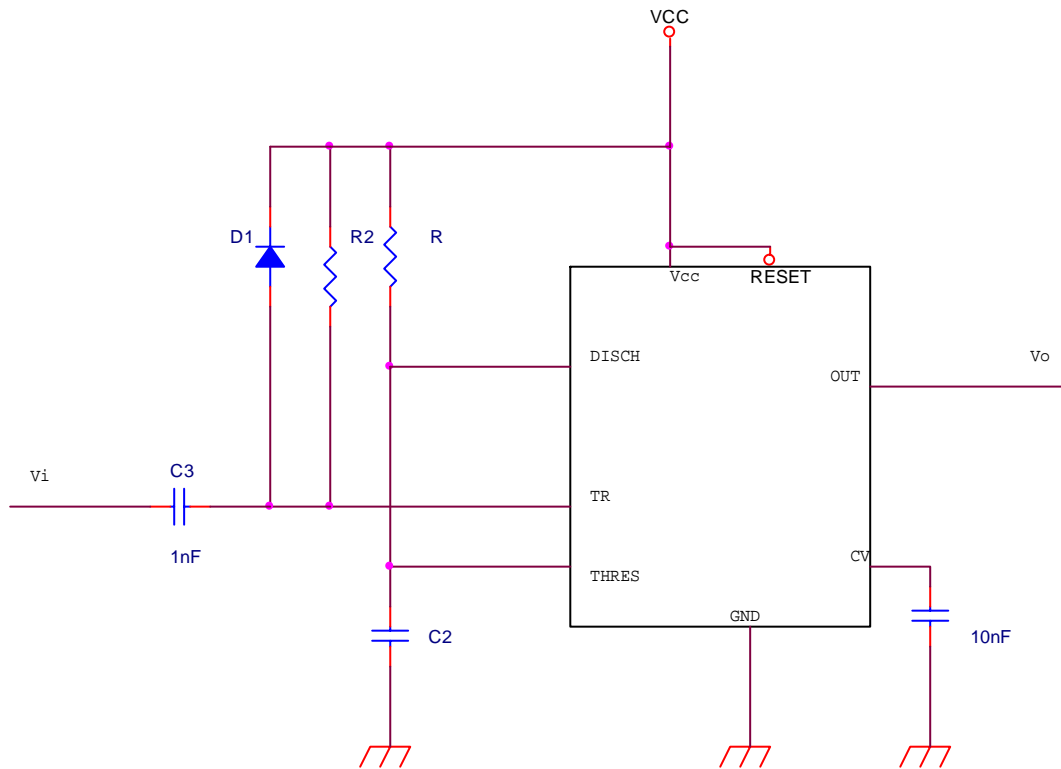
Dobbiamo dimensionarlo per ottenere una frequenza di 10 KHz. Poniamo R2 pari ad 1 Kohm. Se scegliamo R1 molto più grande avremo un duty cycle praticamente del 50%. Eseguiamo i calcoli

$$T = \frac{1}{f} = 10^{-4} s = 0.7(2R_1 + 1K\Omega)C \cong 1.4R_1C$$

Scelto un condensatore da 1 nF avremo

$$R = \frac{10^{-4}}{1.4 * 10^{-9}} = 0.7 * 10^5 = 70K\Omega$$

Il blocco 2 è rappresentato da un monostabile



R_2 e C_3 costituiscono il circuito di generazione degli impulsi di trigger. Stabiliamo che l'impulso generato dal monostabile del blocco 1 abbia una durata pari ad $1/10$ del periodo dell'onda generata dall'astabile. Sappiamo dalla teoria dei monostabili che R_2 e C_3 debbono dare una costante di tempo molto più piccola di tale impulso per cui

$$\tau = R_2 C_3 = 0.1 * 10^{-5}$$

$$R_2 = \frac{1}{C_3} 0.1 * 10^{-5} = \frac{10^{-6}}{10^{-9}} = 1K\Omega$$

Per avere un impulso di durata pari a 10^{-5} dobbiamo porre

$$T = 1.1RC_2 = 10^{-5}$$

Per fare in modo che i due monostabili diano impulsi di medesima durata in corrispondenza di un'umidità del 10% dobbiamo inserire un condensatore di capacità pari a quella offerta dal sensore pari a 112 pF

$$R = \frac{1}{1.1C_2} 10^{-5} = \frac{1}{1.1 * 112 * 10^{-12}} * 10^{-5} = 81K\Omega$$

Il secondo monostabile sarà identico al primo con la sola differenza di sostituire all'equivalente del condensatore C_2 il sensore di umidità.