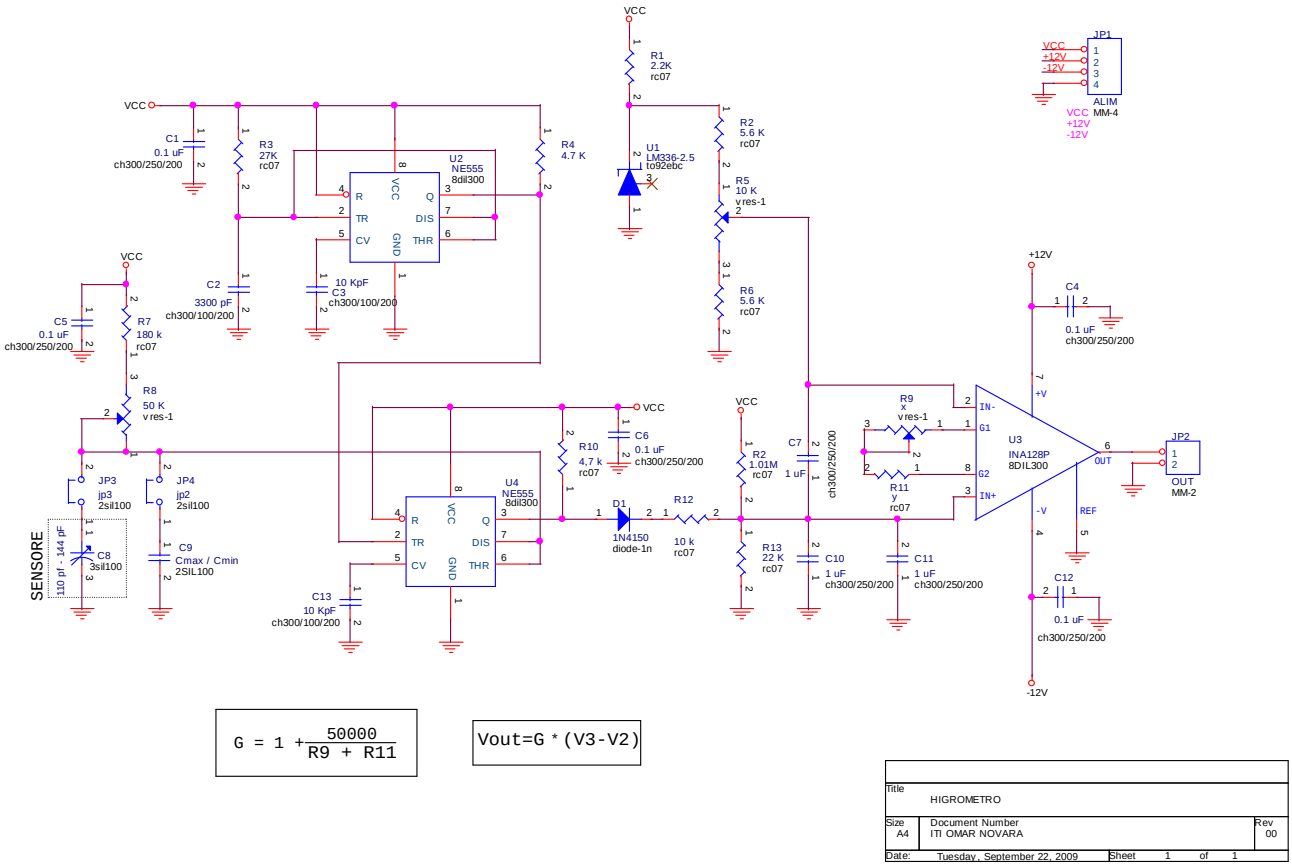
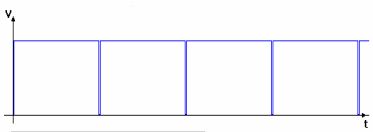
CONVERTITORE “ UMIDITA’ / TENSIONE “ (Higrometro)



$$G = 1 + \frac{50000}{R9 + R11}$$

$$Vout = G * (V3 - V2)$$

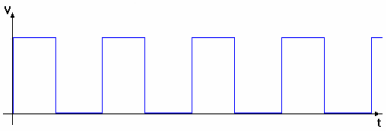
L’higrometro, o trasduttore di umidità, è un circuito in grado di acquisire il valore dell’umidità in un ambiente e convertirlo in un segnale elettrico analogico. A differenza, però, dei precedenti sensori, quello di umidità non converte direttamente il valore della grandezza rilevata in un valore di tensione, bensì una variazione dell’umidità genera una variazione della capacità nel sensore. Sostanzialmente questo sensore può essere definito un condensatore la cui capacità varia al variare dell’umidità. Nel caso specifico vengono rilevati valori di umidità percentuale [H %] compresi tra 10% e 90%, cui corrispondono variazioni di capacità da 112 pF a 144 pF. La tensione di uscita dal circuito varierà quindi da 0V a 5V (per rispettare le specifiche del convertitore A/D). Come si nota dallo schema elettrico il circuito risulta maggiormente complesso rispetto ai precedenti in quanto è necessaria la presenza di una rete in grado di generare variazioni di tensione a seguito di variazioni della capacità. Detta rete è composta da due integrati NE555: il primo in configurazione astabile (generatore d’impulsi) mentre il secondo come monostabile; l’astabile genera il trigger per il monostabile e quest’ultimo, sfruttando la capacità del sensore, genera un’onda quadra con duty-cycle (d) variabile con l’umidità. Il seguente schema chiarisce quanto detto prima:



NE555 (U2)

ASTABILE

(trigger)



NE555 (U4)

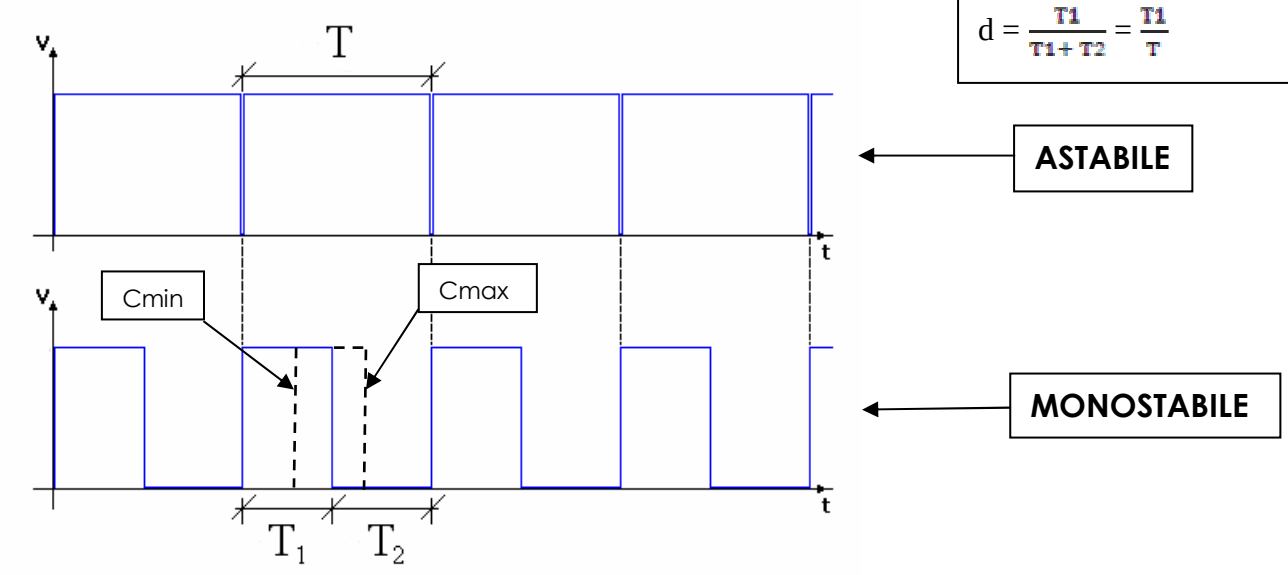
monostabile

$T = T_1 + T_2$

$T_1 = \ln 3 \cdot C8 \cdot (R8+R7)$

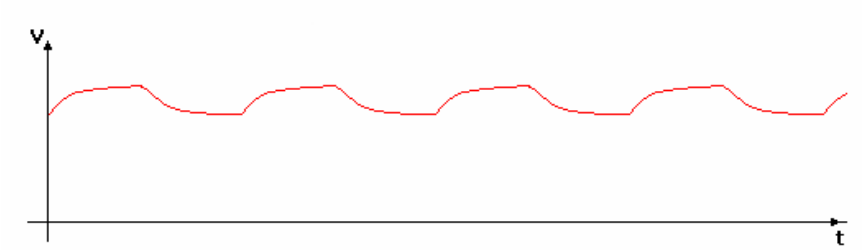
$d = \frac{T1}{T1+T2} = \frac{T1}{T}$

In particolare si hanno le seguenti forme d'onda delle tensioni di uscita:

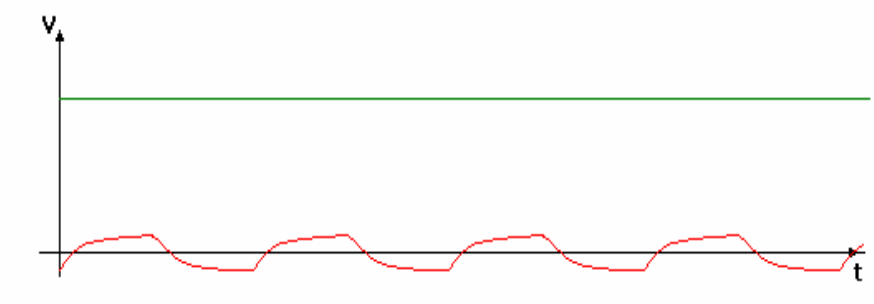


L'integrato NE555 (U2) in configurazione astabile genera un'onda quadra di periodo T costante e pari alla somma di T_1 e T_2. Il tempo T_1 dipende dalla capacità di C8 che è variabile con l'umidità; si hanno quindi variazioni di T_1 per variazioni di umidità che si ripercuotono in una variazione del duty-cycle . (che genera a sua volta una variazione della componente continua).

I condensatori C10 e C11 filtrano e livellano la tensione di uscita del monostabile ottenendo una tensione pressoché continua, con una lieve ondulazione residua (ripple):



Il segnale avente suddetta forma d'onda è esprimibile come la somma di una componente continua e di una componente alternata (ripple) a valor medio nullo.

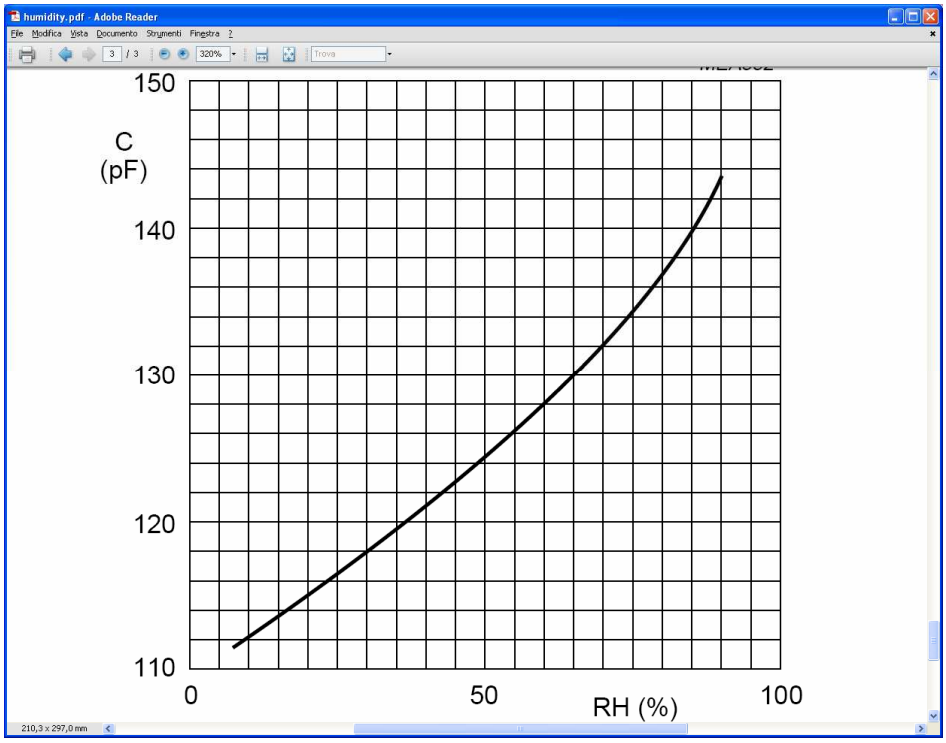


Da questa tensione che giunge al pin 3 dell'amplificatore differenziale è necessario eliminare il ripple per evitare che questa ondulazione sia presente all'uscita dell'Ic INA128 e quindi presente

all'ingresso del convertitore A/D ,rendendo la conversione instabile. Per questo motivo lo stesso ripple a valor medio nullo viene inviato anche al pin 2 dell'amplificatore differenziale. Questo è possibile in quanto è presente il condensatore C7, che blocca la componente continua. Dato che le tensioni presenti sul pin 2 e sul pin3 presentano lo stesso ripple, nel momento in cui esse vengono sottratte, in uscita è presente semplicemente la tensione continua amplificata dal guadagno dell'amplificatore differenziale.

Come per i precedenti trasduttori, anche in questo caso è necessario effettuare delle operazioni preliminari come la taratura, prima di poter collegare direttamente il trasduttore alla mother-board:

- Regolazione offset "esterno" all'amplificatore differenziale: è necessario ottenere 0V in uscita nel momento in cui il tasso percentuale di umidità è pari al 10%; per fare ciò è necessario:
  - Scollegare il jumper JP3;
  - Inserire la capacità Cmin (C9) pari a 112 pF;
  - Collegare il jumper JP4;
  - Inserire un voltmetro all'uscita dell'amplificatore differenziale;
  - Agire sul trimmer R5 del gruppo resistivo in parallelo al regolatore LM336-2,5 finché il voltmetro collegato in uscita misuri una tensione pari a 0V.
- Definizione del guadagno: è necessario ottenere 5V in uscita nel momento in cui il tasso percentuale di umidità è pari al 90%; per fare ciò è necessario:
  - Scollegare il jumper JP3;
  - Inserire la capacità Cmax (C9) pari a 144 pF;
  - Collegare il jumper JP4;
  - Inserire un voltmetro all'uscita dell'amplificatore differenziale;
  - Agire sul trimmer R9 sino ad ottenere 5V all'uscita dell'operazionale.

Il calcolo delle capacità Cmax e Cmin è stato effettuato per via grafica e analitica, osservando la curva caratteristica del sensore di umidità. Non essendo tale curva una retta è stato inserito il diodo D1 in serie all'uscita del monostabile, per linearizzare la risposta del sensore.

UMIDITY SENSOR (PHILIPS)