



*Ministero dell'istruzione e del merito*

**K024 - DRŽAVNI IZPIT VIŠJE SREDNJE ŠOLE**

**Smer: ITEC - ELEKTRONIKA IN ELEKTROTEHNIKA**

**Podsmer: ELEKTRONIKA**

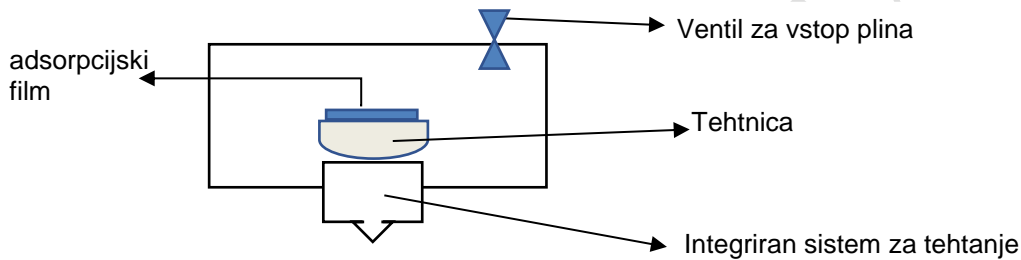
**(Besedilo velja tudi za štiriletno smer IT41)**

**Naloga iz: ELEKTROTEHNIKE IN ELEKTRONIKE**

***Kandidat/ka naj razvije prvi del naloge in dve vprašanji iz drugega dela.***

**PRVI DEL**

Merjenje koncentracije hlapnih spojin v zaprtem okolju je posreden postopek, ki temelji na pojavu adsorpcije. Le-ta temelji na nastanku površinskih vezi med trdno snovjo in molekulami plina, s katerim pride v stik. V ta namen se uporablja integriran sistem tehtanja, ki ga vsebuje kvarčna mikrotehnica. Na zgornji površini kvarčne tehtnice je film adsorpcijskega materiala.



Plin se dovaja v posodo za določen čas, nato pa se izmeri teža adsorbirane mase na filmu. Za merjenje mase se poslužujemo sistema, ki temelji na integriranem oscilatorskem vezju. Mikrotehnica z maksimalno obremenitvijo 50 ng oddaja bipolarni napetostni signal z ničelno srednjo vrednostjo in z medtemensko napetostjo  $V_{pp} = 10$  V, katerega frekvenca je sorazmerna pridobljeni masi  $\Delta m$  po naslednjem zakonu:

$$f_m = f_0 - \Delta f$$

kjer

$f_0 = 5$  MHz frekvenca signala, ko na tehtnici ni uteži

$$\Delta f = K \cdot f_0^2 \cdot \Delta m$$

$$K = 0,4 [\text{Hz} \cdot \text{g}]^{-1}$$

Pridobljeni signal je treba obdelati tako, da ustreza analogno-digitalnemu pretvorniku (A/D), ki je vgrajen v programabilni sistem z napajalno napetostjo 0 - 5 V.

Za pretvorbo signala, pridobljenega iz mikrotehnice, v signal, ki je primeren za pretvornik A/D, je na voljo pretvornik frekvenca-napetost, kot je prikazan na sliki. Le-ta lahko pretvori vhodne signale z napetostjo  $V_{in}$  tipa TTL in z največjo frekvenco 10 kHz.

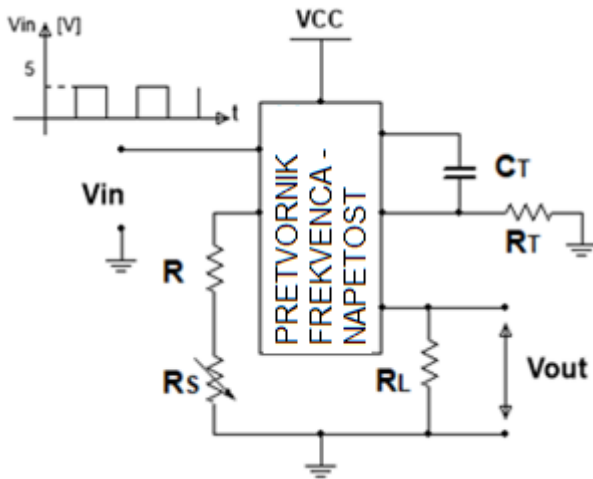
Dobljena izhodna napetost  $V_{out}$  je odvisna od zunanjih komponent vezja pretvornika v skladu z dano



## Ministero dell'istruzione e del merito

funkcija:

$$V_{out}(f) = f_{in} \cdot 2,09 \frac{R_L}{R + R_s} \cdot R_T \cdot C_T$$



kjer

$$R_L = 100 \quad [\text{k}\Omega]$$

$$R = 12 \quad [\text{k}\Omega]$$

$$0 \leq R_s \leq 5 \quad [\text{k}\Omega]$$

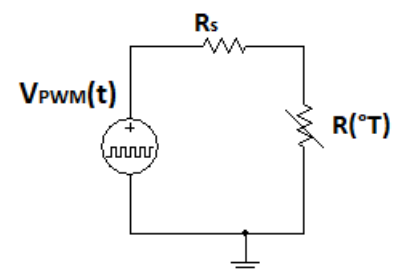
Kandidat/ka naj na podlagi morebitnih dodatnih predpostavk, ki se mu/ji zdijo ustrezne:

1. predlaga blokovno shemo sistema vmesnika med senzorjem in programabilnim sistemom ter opiše posamezne bloke s funkcionalnega vidika in poudari, kako so med seboj povezani;
2. oblikuje vmesnik med mikrotehtnico in pretvornikom frekvenca-napetost, pri čemer upošteva, da je treba prilagoditi izhodno frekvenčno območje mikrotehtnice z vhodnim območjem pretvornika.
3. podrobno načrta vezja celotne verige za kondicioniranje signala iz mikrotehtnice z izbiro ustreznih vrednosti  $R_s$ ,  $R_T$  in  $C_T$ .

### DRUGI DEL

#### 1. VPRAŠANJE

Upošteva naj se prvi del naloge. Da lahko opravimo nadaljnje meritve, moramo najprej odstraniti iz površja filma adsorbirano plast usedline. Ta postopek je možen s površinskim segrevanjem z uporabo vezja upornik - termistor PTC, ki ga krmili signal PWM v bloku integriranega sistema za tehtanje (glej sliko desno). Kandidat/ka naj predlaga rešitev diskretnega ali integriranega vezja za generiranje signala PWM pri frekvenci  $f = 10 \text{ kHz}$  s funkcijo Duty Cycle, ki se spreminja glede na signal.





## Ministero dell'istruzione e del merito

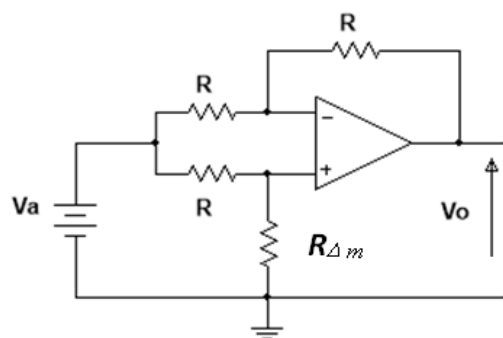
### 2. VPRAŠANJE

V povezavi s prvim delom naloge naj kandidat/ka upošteva različen sistem tehtanja. Le-ta je narejen z vezjem, označenim na sliki, kjer je  $R = 1,2 \text{ k}\Omega$  z izhodno napetostjo, ki je sorazmerna z adsorbirano maso. Uporabljeni senzor lahko ponazorimo kot spremenljivi upor, katerega sprememba upornosti v odvisnosti od deformacije je podana z razmerjem:

$$R_{\Delta m} = \frac{k}{\Delta m} \quad [\Omega]$$

kjer  
 $k = 2 \cdot 10^4 \quad [\Omega \cdot \text{ng}]$   
 $10 \leq \Delta m \leq 50 \quad [\text{ng}]$

Upoštevajoč, da je vezje napajano z napetostjo  $V_{CC} = \pm 12 \text{ V}$ , določite največjo vrednost, ki jo lahko doseže napetost  $V_a$ , ne da bi povzročila pozitivno zasičenje naprave.



### 3. VPRAŠANJE

V spodnji tabeli so predstavljeni nekateri parametri dveh operacijskih ojačevalnikov, ki jih najpogosteje uporabljajo v šolskem svetu, za  $V_{CC} = \pm 15 \text{ V}$  in  $T_{\text{amb}} = 25 \text{ }^\circ\text{C}$ :

Naprava	TL081	$\mu\text{A}741$
<b>Parametri</b>		
Slew Rate	16 V/ $\mu\text{s}$	0,5 V/ $\mu\text{s}$
Vhodna impedanca	$10^{12} \Omega$	2 M $\Omega$
Vhodni offsetni tok	5 Pa	2 nA
Vhodni pristranski tok (bias)	20 pA	10 nA
GBP	4 MHz	1 MHz

Kandidat/ka naj opiše glavne značilnosti obeh naprav in obrazloži, zakaj so učinki teh dveh operacijskih ojačevalnikov tako različni.

### 4. VPRAŠANJE

Zvočni aparat mora amplificirati in filtrirati signale nizke napetosti (mV), ki pridejo v mikrofonsko kapsulo za frekvence v območju človeškega sluha (500 Hz – 10 kHz), in jih amplificirati s spremenljivim pribitkom med 0 in 50 dB. Kandidat/ka naj načrtuje vezje. Pri tem naj uporabi v zaporedju kaskadni filter PA in PB in utemelji svoje izbire.

Za nalogo ima kandidat/ka največ 6 ur.

Dovoljena je uporaba slovarja, pravopisa in znanstvenih ter/ali grafičnih kalkulatorjev, ki ne dovoljujejo simbolnega računanja. Nihče ne sme zapustiti poslopja pred iztekom 3 ur od vročitve naloge.



*Ministero dell'istruzione e del merito*

**A024 - ESAME DI STATO CONCLUSIVO DEL SECONDO CICLO DI ISTRUZIONE**

**Indirizzo:** ITEC – ELETTRONICA ED ELETTROTECNICA  
 ARTICOLAZIONE "ELETTRONICA"

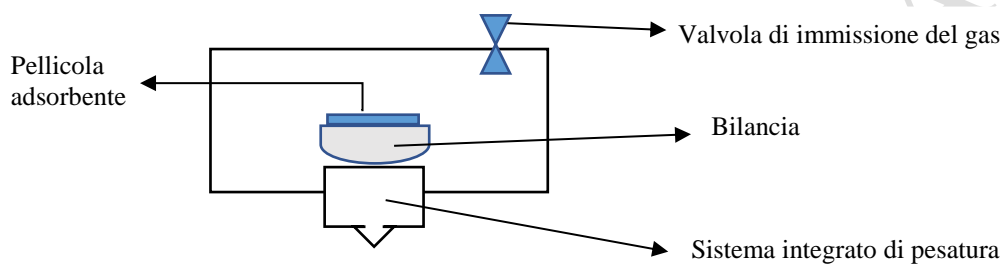
**(Testo valevole anche per l'indirizzo quadriennale IT41)**

**Disciplina:** ELETTROTECNICA ED ELETTRONICA

**Il candidato svolga la prima parte della prova e due tra i quesiti proposti nella seconda parte.**

**PRIMA PARTE**

La misura della concentrazione di una sostanza volatile in un ambiente chiuso è un processo indiretto basato sul fenomeno dell'adsorbimento che si verifica quando un materiale solido forma legami superficiali con le molecole del gas con cui viene a contatto. A tale scopo si utilizza un sistema integrato di pesatura basato su una microbilancia al quarzo la cui superficie superiore è rivestita di una pellicola di materiale adsorbente.



Il gas viene immesso nel contenitore per un determinato periodo, al termine del quale viene rilevato il peso della massa adsorbita dalla pellicola mediante un sistema basato su un circuito oscillatore integrato. La microbilancia, con portata massima pari a 50 ng, fornisce in uscita un segnale di tensione bipolare a valor medio nullo con  $V_{pp} = 10V$  la cui frequenza è proporzionale alla massa depositata  $\Delta m$  secondo la relazione:

$$f_m = f_0 - \Delta f$$

essendo

$$f_0 = 5 \text{ MHz} \text{ frequenza del segnale in assenza di peso}$$

$$\Delta f = K \cdot f_0^2 \cdot \Delta m$$

$$K = 0,4 \text{ [Hz} \cdot \text{g]}^{-1}$$

Tale segnale deve essere trattato per adattarsi a un dispositivo di conversione A/D, inserito in un sistema programmabile, con dinamica di ingresso 0 - 5 V.

Per convertire il segnale ottenuto dalla microbilancia in un segnale adatto all'acquisizione da parte dell'A/D si dispone di un convertitore frequenza-tensione, come rappresentato in figura, in grado di convertire segnali  $V_{in}$  di tipo TTL e frequenza massima pari a 10 kHz.

La tensione  $V_{out}$  che si ottiene dipende dai componenti esterni al circuito convertitore secondo la relazione:

$$V_{out}(f) = f_{in} \cdot 2,09 \frac{R_L}{R + R_s} \cdot R_T \cdot C_T$$



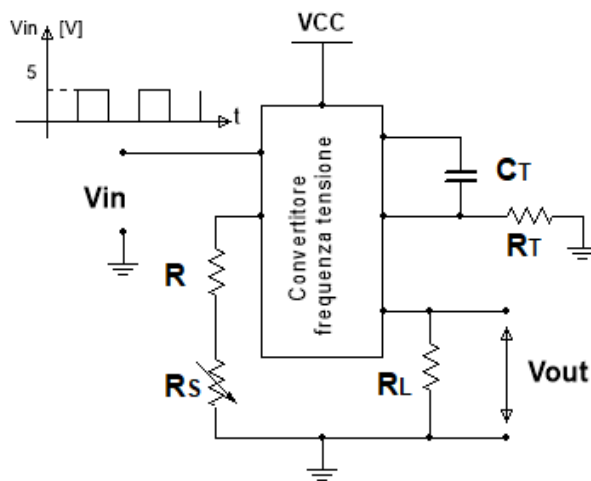
*Ministero dell'istruzione e del merito*

**A024 - ESAME DI STATO CONCLUSIVO DEL SECONDO CICLO DI ISTRUZIONE**

**Indirizzo:** ITEC – ELETTRONICA ED ELETTROTECNICA  
 ARTICOLAZIONE "ELETTRONICA"

**(Testo valevole anche per l'indirizzo quadriennale IT41)**

**Disciplina:** ELETTROTECNICA ED ELETTRONICA



Dove

$$R_L = 100 \quad [\text{k}\Omega]$$

$$R = 12 \quad [\text{k}\Omega]$$

$$0 \leq R_S \leq 5 \quad [\text{k}\Omega]$$

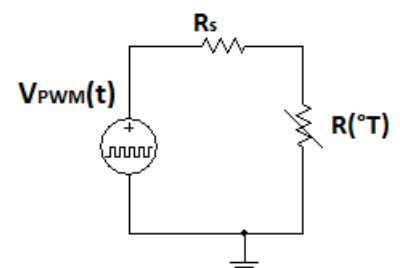
Il candidato, fatte le ipotesi aggiuntive ritenute opportune:

1. proponga uno schema a blocchi del sistema di interfaccia tra il sensore e il sistema programmabile e descriva i singoli blocchi dal punto di vista funzionale, evidenziando le modalità di interconnessione tra di essi;
2. progetti i circuiti dell'interfaccia tra microbilancia e convertitore frequenza – tensione tenendo conto della necessità di adattare il campo delle frequenze in uscita dalla stessa al range di ingresso del convertitore;
3. progetti dettagliatamente i circuiti dell'intera catena di condizionamento del segnale proveniente dalla microbilancia scegliendo un opportuno valore per  $R_S$ ,  $R_T$  e  $C_T$ .

**SECONDA PARTE**

**QUESITO 1**

In relazione al tema della prima parte, per effettuare misure successive occorre liberare la superficie adsorbente dal materiale precedentemente depositatosi. Tale processo è realizzato riscaldando la superficie con un circuito di partizione Resistivo-PTC comandato da un segnale PWM posto nel blocco di sistema integrato di pesatura (vedi figura). Proporre una soluzione circuitale discreta o integrata per la generazione del segnale PWM a  $f = 10 \text{ kHz}$  con Duty-Cycle variabile.





*Ministero dell'istruzione e del merito*

**A024 - ESAME DI STATO CONCLUSIVO DEL SECONDO CICLO DI ISTRUZIONE**

**Indirizzo:** ITEC – ELETTRONICA ED ELETTROROTECNICA  
ARTICOLAZIONE "ELETTRONICA"

(Testo valevole anche per l'indirizzo quadriennale IT41)

**Disciplina:** ELETTROROTECNICA ED ELETTRONICA

**QUESITO 2**

In riferimento al tema della prima parte si consideri un differente metodo di pesatura realizzato con il circuito di figura, in cui  $R = 1,2 \text{ k}\Omega$ , che fornisca in uscita una tensione proporzionale alla massa adsorbita. Si assuma che il sensore utilizzato sia rappresentabile come un resistore variabile la cui variazione di resistenza, in funzione della deformazione, sia data dalla relazione

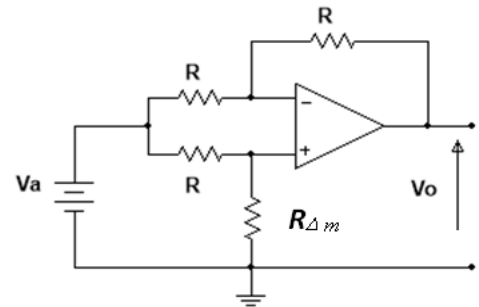
$$R_{\Delta m} = \frac{k}{\Delta m} \quad [\Omega]$$

Essendo

$$k = 2 \cdot 10^4 \quad [\Omega \cdot \text{ng}]$$

$$10 \leq \Delta m \leq 50 \quad [\text{ng}]$$

Tenuto conto che il circuito è alimentato alle tensioni  $V_{cc} = \pm 12 \text{ V}$ , determinare il massimo valore che la tensione  $V_a$  può assumere senza causare la saturazione positiva del dispositivo.



**QUESITO 3**

Nella seguente tabella sono riportate alcuni parametri di due tra i più comuni operazionali utilizzati in ambito scolastico, per  $V_{cc} = \pm 15 \text{ V}$   $T_{amb} = 25 \text{ }^\circ\text{C}$ :

Dispositivi	TL081	$\mu\text{A741}$
Parametri		
Slew Rate	$16 \text{ V}/\mu\text{s}$	$0,5 \text{ V}/\mu\text{s}$
Impedenza di ingresso	$10^{12} \Omega$	$2 \text{ M}\Omega$
Corrente di offset in ingresso	$5 \text{ pA}$	$2 \text{ nA}$
Corrente di bias in ingresso	$20 \text{ pA}$	$10 \text{ nA}$
GBP	$4 \text{ MHz}$	$1 \text{ MHz}$

Si descrivano le principali caratteristiche di entrambi i dispositivi e si discutano i motivi per i quali le prestazioni dei due operazionali sono così differenti.

**QUESITO 4**

Un apparecchio acustico necessita di amplificare e filtrare i segnali di piccolo livello (mV) che giungono alla sua capsula microfonica per frequenze nel campo dell'udibile (500 Hz -10 kHz), e di effettuarne l'amplificazione con guadagno regolabile tra 0 e 50 dB. A tale scopo si progetti e dimensioni un circuito utilizzando un filtro PA e PB in cascata giustificando le scelte progettuali.

Durata massima della prova: 6 ore.

È consentito l'uso di manuali tecnici e di calcolatrici scientifiche e/o grafiche purché non siano dotate di capacità di calcolo simbolico.

È consentito l'uso del dizionario bilingue (italiano-lingua del paese di provenienza) per i candidati di madrelingua non italiana.

Non è consentito lasciare l'Istituto prima che siano trascorse 3 ore dalla consegna della traccia.