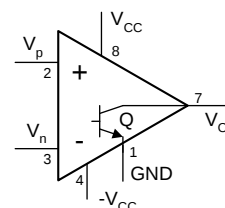


FULL 5

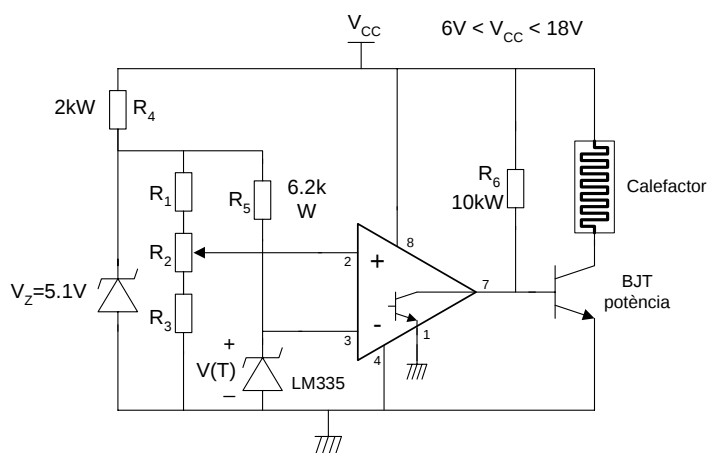
1. Podem considerar el següent model per el comparador LM311.

- Quan $V_p > V_n$ el transistor Q es troba tallat, i la sortida V_O es queda en alta impedància.
- Quan $V_p < V_n$, el transistor Q es satura, i tenim $V_O - V_{GND} = V_{CE,SAT} = 0.2V$.



La figura mostra un termosta realitzat amb el comparador LM311. Per mesurar la temperatura s'utilitza un sensor LM335. Aquest dispositiu es pot modelar com un diode zener, la tensió de zener del qual varia amb la temperatura seguint la relació:

$$V(T) = 10 \text{ mV}/^\circ\text{K} \times T \text{ (T en grau Kelvin)}$$

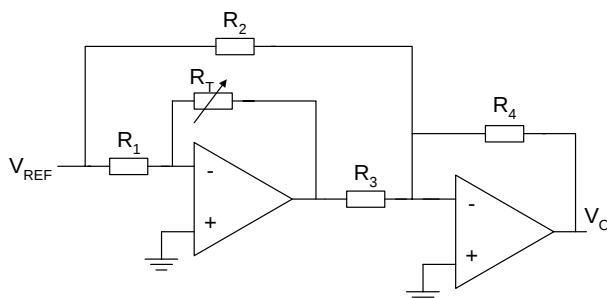


Es demana:

- Explicau detalladament el funcionament d'aquest circuit, indicant la funció de tots els components que hi apareixen.
- Determinau possibles valors de R_1 , R_3 i el poten R_2 per tal que es pugui programar el dispar del termosta per qualsevol temperatura entre 15°C i 25°C .

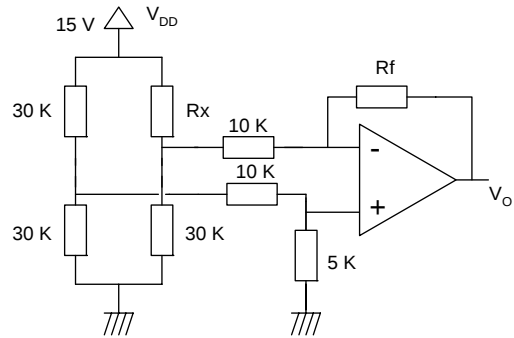
2. El circuit de la figura és un termòmetre basat amb una sonda de platí que té 100Ω a 0°C i un coeficient $\alpha=0.0039$.

- Determinau l'expressió de la tensió de sortida en funció de la temperatura.
- Si es vol que a 0°C la tensió de sortida sigui 0 V , i la sensibilitat $1 \text{ mV}/^\circ\text{C}$ quina relació han de complir el valor de les resistències? Calculau R_2 i R_4 si $R_1=R_3=1\text{k}\Omega$ i $V_{REF} = 2.5\text{V}$.
- Fins ara hem considerat els amplificadors ideals, si ara consideram que presenten un cert corrent de polarització i_B i corrent d'offset nul, quin ha de ser aquest i_B màxim si volem que a 100°C l'error en la mesura sigui d'un 1%?

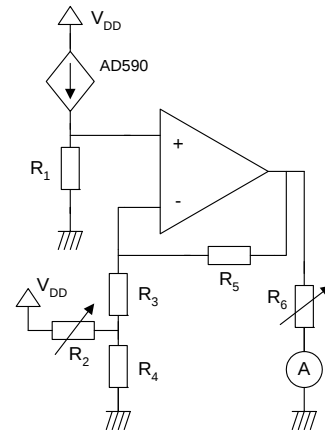


3. El circuit presenta un acondicionament per el sensor de temperatura R_x , el qual varia el seu valor ohmic linealment amb la temperatura.

- Calculau l'expressió de la tensió a la sortida de l'A.O. en funció de la resistència del sensor R_x i de R_f .
- Sabent que R_x a 25°C és de $30\text{k}\Omega$, calculau el valor de R_f per tal que a 25°C la tensió de sortida V_o sigui 0.
- Si en augmentar o disminuir la temperatura, R_x varia a raó de $\Delta R = 140 \Delta T$ (ΔR en Ω i ΔT en $^\circ\text{C}$), trobau la temperatura mesurada quan $V_o = 0.1\text{ V}$ i $V_o = -0.1\text{ V}$.

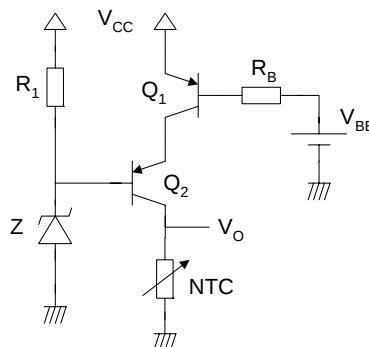


4. Es dissenya un termòmetre per a un rang de temperatura de -30°C i 100°C . El sensor és una sonda AD590, la qual es pot modelar com una font de corrent amb valor $I_T = T \mu\text{A}/^\circ\text{K}$ (T en $^\circ\text{K}$). La variable a mesurar per saber la temperatura és l'amperímetre A. Si $V_{DD} = 15\text{ V}$, $R_1 = 10\text{k}\Omega$, $R_3 = 100\Omega$, $R_4 = 10\text{k}\Omega$, i $R_5 = 100\text{k}\Omega$, i es vol que el corrent mesurat variï entre 0 i 100 mA, determinau els valors als qual s'han d'ajustar els potenciòmetres R_2 i R_6 . Discutiu la funció d'aquests dos potenciòmetres.



5. El següent circuit s'utilitza per mesurar la temperatura i es basa en un sensor NTC amb $R_T = Ae^{B(1/T - 1/300)}$. La NTC emprada presenta una resistència de 350Ω a 100°C i de 75Ω a 200°C . El diode té una $V_Z = 15\text{V}$, i $P_{Z,\text{max}} = 350\text{mW}$. Els valors dels altres paràmetres del circuit són : $V_{BB} = 20\text{V}$, $R_B = 50\text{k}\Omega$, $V_{EBon} = 0.7\text{V}$, $V_{ECsat} = 0.2\text{V}$, $\beta_1 = 50$ i $\beta_2 = 30$. Es demana :

- Determinau V_{CC} per tal que el corrent que passi per la NTC sigui de 10mA. En quina zona de treball es troben els transistors ?
- Determinau el valor mínim de R_1 . Quina potència dissiparà en aquest cas R_1 ?
- Determinau l'expressió de V_o en funció de la temperatura.
- Què val V_o a 100°C ? I a 200°C ? I a 150°C ?
- Si la NTC pot dissipar 100mW, quina serà la temperatura mínima que es podrà mesurar ?
- Si no hi hagués limitació en la dissipació de potència de la NTC, quin seria el factor limitant per tal de que el circuit funcionés com a termòmetre?



6. Suposau que voleu realitzar mesures de temperatura dins l'interval 50°C - 90°C . Per això empareu una NTC tipus 198-927 (veure taula característiques).

- Determinau la llei de resposta de la NTC.
- Si volem linealitzar el comportament del sistema emprant una resistència en paral·lel (mètode dels tres punts), calculau un valor òptim per la resistència en paral·lel que heu de connectar.
- Considerau ara el conjunt NTC + resistència en paral·lel.
Que val la llei de resposta del conjunt ?
- Empram aquest conjunt com element d'un pont, tal com mostra la figura. Si volem el pont equilibrat quan la temperatura està centrada dins l'interval de mesura (això és 70°C), determinau el valor de les altres resistències del pont.
- Determinau la relació $V_o(T)$ del sistema i discuteix aspectes de sensibilitat i linealitat de la resposta.

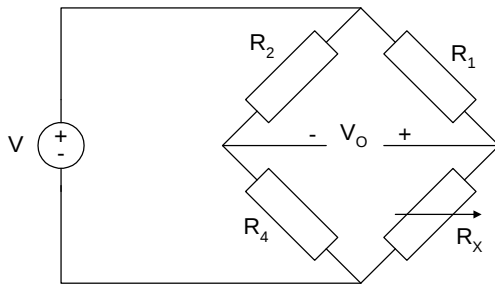


Table 1 Nominal resistance/temperature characteristic for DK type (kΩ)

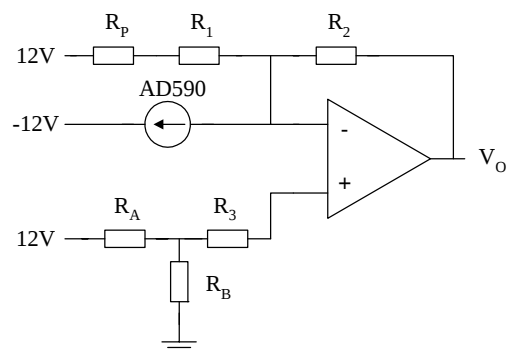
Temperature		RS stock no.				
°C	°F	198-927	198-933	198-949	198-955	198-961
-30.0	-22.0	176.0	352.0	528.0	880.0	1760
-20.0	-4.0	96.29	192.6	288.9	481.5	962.9
-10.0	14.0	54.85	109.7	164.6	274.3	548.5
0.0	32.0	32.41	64.82	97.23	162.1	324.1
10.0	50.0	19.80	39.60	59.40	99.0	198.0
20.0	68.0	12.47	24.94	37.41	62.35	124.7
25.0	77.0	10.00	20.00	30.00	50.00	100.00
30.0	86.0	8.066	16.13	24.20	40.33	80.66
40.0	104.0	5.342	10.68	16.03	26.71	53.42
50.0	122.0	3.618	7.236	10.85	18.09	36.18
60.0	140.0	2.502	5.004	7.506	12.51	25.02
70.0	158.0	1.763	3.526	5.289	8.815	17.63
80.0	176.0	1.265	2.530	3.795	6.325	12.65
90.0	194.0	0.9226	1.845	2.768	4.613	9.226
100.0	212.0	0.6834	1.367	2.050	3.417	6.834
110.0	230.0	0.5158	1.032	1.547	2.579	5.158
120.0	248.0	0.3942	0.7884	1.183	1.971	3.942
130.0	266.0	0.3048	0.6096	0.9144	1.524	3.048
140.0	284.0	0.2382	0.4764	0.7146	1.191	2.382
150.0	302.0	0.1881	0.3762	0.5643	0.9405	1.881
160.0	320.0	0.1495	0.2990	0.4485	0.7475	1.495
170.0	338.0	0.1204	0.2408	0.3612	0.6020	1.204

7. Al circuit de la figura següent, es demana:

a) Determinau R_1 i R_2 per tal que si la temperatura varia entre 0 i 100° C, la sortida ho faci entre 0 i 1 V.

b) Com variaria la sortida si l'operacional presentàs un corrent de polarització I_B de 1 μA ? Quin percentatge d'error tendriem al mesurar una temperatura de 100°C.

c) Ara ens plantejam eliminar l'efecte del corrent de polarització, canviant el valor de R_B . Quin hauria de ser aquest nou valor ?



$R_A = R_B = R_P = R_3 = 1k\Omega$, sonda AD590 $1\mu A/^{\circ}K$

8.- La companyia *Baleamar* vol desenvolupar un sistema basat en galgues extensiomètriques destinat a pesar els camions que entren en els seus vaixells (figura 1). Supposeu que la plataforma sobre la que se situa el camió per ser pesat està suportada per dues columnes de formigó, i que en cada columna s'han insertat quatre galgues extensiomètriques connectades en forma de pont de *Wheatstone* amb dues galgues de tipus p i dues de tipus n tal com es mostra a la figura 2.



Figura 1

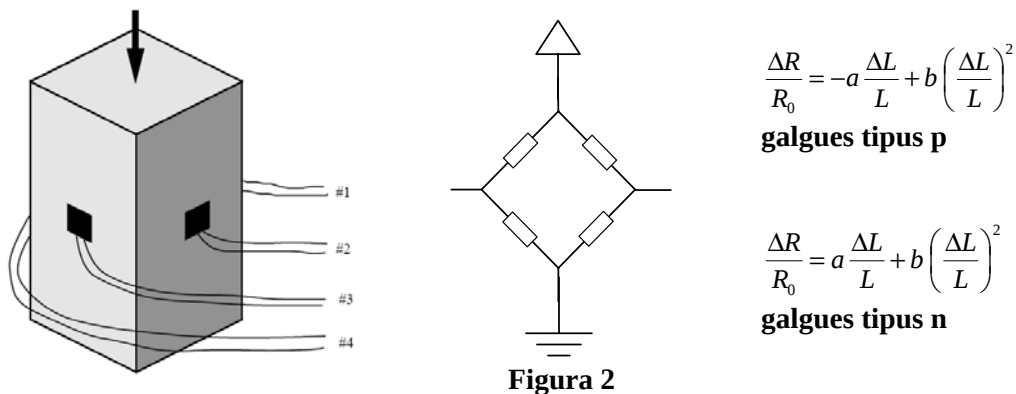


Figura 2

Les quatre galgues presenten resistència R_0 en absència de cap esforç. Suposant que el pes del camió es reparteix per igual a les dues columnes, es demana:

- Deriveu una expressió que lligui la sortida del pont de *Wheatstone* amb la deformació relativa ϵ .
- Si cada columna té una secció d' 1 m^2 i un mòdul de Young, $E_{\text{formigó}} = 2.5 \cdot 10^{10} \text{ N/m}^2$, quina és la deformació relativa ϵ de les columnes quan hi ha un camió de 100 tones parat sobre el pont? Quin és l'esforç que pateix cada columna?
- Dissenyeu un circuit condicionador per obtenir una resposta en tensió proporcional al pes del camió a partir de la resposta de les galgues. Si les galgues utilitzades presenten $a = 100$, $b = 10000$, determineu el valor de polarització del pont de *Wheatstone*, V_w i el guany de les etapes amplificadores utilitzades tenint present que s'han de complir les següents condicions:
 - El sistema ha de poder pesar una càrrega mínima de 10Kg (en aquest cas el voltatge de sortida ha de ser major o igual a 1 mV)
 - El sistema ha de poder pesar camions de fins a 100 tones
 - Si utilitzeu amplificadors d'instrumentació, aquests no poden tenir guanys superiors a 1000
 - Si utilitzeu etapes amplificadores basades en amplificadors operacionals, aquestes no podran tenir guanys superiors a 100.

Recordeu que si ϵ és la deformació relativa, $\epsilon = \left(\frac{\Delta L}{L} \right)$, aleshores $E = \frac{F}{\epsilon \cdot S}$ on E és el mòdul de Young i F és la força aplicada sobre la secció S . Per altra part, l'esforç ve donat per $\sigma = E \cdot \epsilon$

9. Es disposa del circuit de la figura 1 per a la mesura de temperatura. Es demana que determineu el valor de totes les resistències del sistema si les especificacions del sistema són les següents:

- Es vol una dependència $V_O(T)$ com la de la figura 2.
- Empram un sensor de temperatura tipus RTD amb una resistència nominal de 150Ω a una temperatura nominal de 65°C i un quocient $\alpha=0.004\ \Omega/^\circ\text{C}$. Per evitar un autoescalfament del sensor de temperatura el corrent que pot soportar està limitat a $13.7\ \text{mA}$.
- Si s'arriba a una temperatura de 100°C la sortida V_{alarma} s'ha d'activar.

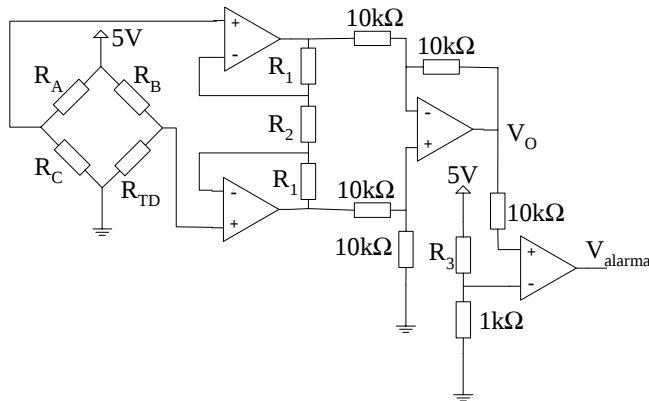


Figura 1.

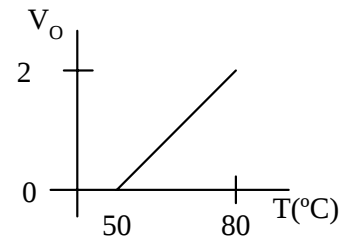
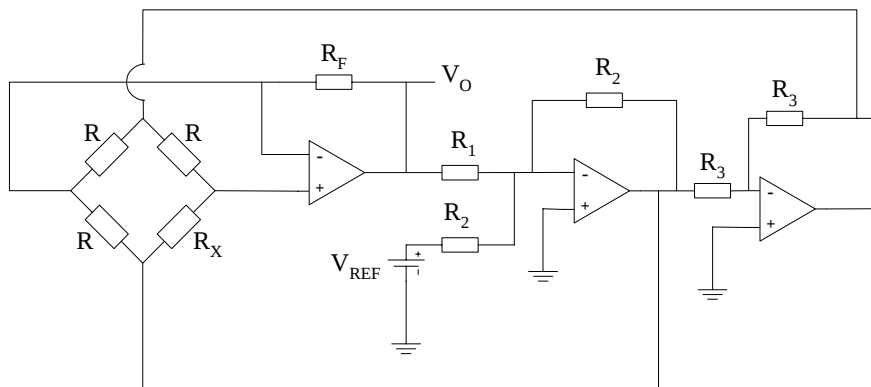


Figura 2

10. En el següent circuit es vol mesurar un sensor resistiu $R_x=R+\Delta R$ a través d'un pont modificat amb uns amplificadors tal com es veu a la figura. L'objectiu es obtenir una sortida V_O proporcional a ΔR .

- Suposant els operacionals ideals, calculeu V_O considerant que $\frac{R_1}{R_2} = \frac{R + 2R_F}{R}$
- Quin avantatge vos sembla que presenta aquest circuit comparat amb un pont normal ?
- Si l'element sensor és una galga de $K=2$ i resistència nominal de 120Ω , determineu el valor de R_F si volem una sensibilitat a la deformació de $S=1\ \text{mV}/\mu\epsilon$



NOTA: Recordau que a una galga : $R = R_0(1 + x)$ $x = K\epsilon$

11.- Es té un pont de *Wheatstone* que incorpora un sensor de pressió, calibrat per mesurar pressions compreses entre 950 i 1050 mbar. Quan el pont es polaritza entre 0 i 5 volts, proporciona una sortida diferencial (v_1-v_2) que depèn linealment de la pressió i val 0 volts a 950 mbar i 32 mV a 1050 mbar.

Amb el circuit de la figura, es desitja convertir la lectura de pressió a una tensió de 0.5V a 950 mbar i de 4.5 V. a 1050 mbar. Es demana:

- Quina relació han de satisfer les resistències per tal que la sortida del circuit depengui linealment de la pressió mesurada pel pont ?
- Calculeu els valors de les resistències R1, R3 i R4.
- Es podria dir que aquest sistema d'instrumentació és diferencial ? (justifiqueu la resposta)
- Suposeu que el pont de *Wheatstone* es segueix comportant de forma lineal per pressions superiors a 1050 mbar i que els A.O. estan polaritzats entre -7.5 i 7.5 volts, quina seria la pressió màxima que pot mesurar aquest circuit abans de saturar-se?

