

Tentti 28.02.2022 / Jouko Heikkinen

Tentissä saa käyttää omaa ohjelmoitavaa laskinta. Tätä paperia ei tarvitse palauttaa.

Muistathan antaa palautetta Opintojaksopalautejärjestelmän kautta saadaksesi opintosuorituksen.

1. Suunnittele ja mitoita seuraavat kytkennät käyttäen yhtä operaatiovahvistinta. Käytössäsi on lisäksi diodeja sekä kääntöpuolen miljoonalaatikko. Kytkeiden tulee olla realistisia. (3p)
  - a)  $v_o = -(3v_{I1} + v_{I2})$
  - b)  $v_o = v_I$  kun  $v_I > 0$  ja  $v_o = 0$  kun  $v_I \leq 0$
  - c)  $v_o = Ai_I$ , missä  $A = 3 \frac{V}{mA}$
2. Suunnittele kytkentä, joka kytkee verkkojännitteellä toimivan 1 kW lämmitysvastuksen päälle lämpötilan laskiessa nollaan tai sen alapuolelle. Verkkojännitteen lisäksi käytettävissäsi on 24 V tasajännite. Lämpötila mitataan NTC-vastuksella, jonka vaste löytyy kääntöpuolelta. Lämmitysvastuksen kytkemiseen on käytettävissä rele, jonka ohjaamiseen tarvitaan 24 V ja 100 mA. Lisäksi käytettävissäsi on komparaattoreita, transistoreja ( $\beta_{DC} \cong 50$ ), diodeja, 1 k $\Omega$  ja 5 k $\Omega$  säätövastuksia sekä miljoonalaatikosta löytyviä muita passiivikomponentteja. (6p)
3. Suunnittele yksipuoleisella 5 V käyttöjännitteellä toimiva kytkentä, joka kykenee mittaamaan anturilta saatavaa ac-jännitettä (maksimiampplitudi 200 mV) ja vahvistamaan sen kymmenkertaiseksi. Sekä anturin lähtöresistanssi että suunniteltavan kytkennän kuormaresistanssi on 1 k $\Omega$  suuruinen. Tarvittavien operaatiovahvistimien lisäksi käytössäsi on miljoonalaatikosta löytyviä passiivikomponentteja. Perustelee tekemäsi valinnat. (3p)
4. Operaatiovahvistimen  $a_0 = 10^6$  ja avoimen silmukan vahvistuksen lauseke sisältää napapisteet taajuuksilla 10 Hz ja 1 MHz. Käytössäsi ovat myös seuraavalla sivulla näkyvät, operaatiovahvistimen datalehdeltä poimitut tiedot. (6p)
  - a) Piirrä avoimen silmukan amplitudivasteen kuvaaja (asymptoottinen approksimaatio) ja selvitä ROC-menetelmää käyttäen takaisinkytketyn vahvistimen ( $A = 10$ ) vaihevara ja kaistanleveys. Määritä myös silmukkavahvistus taajuudella 100 Hz ja laske lähtöimpedanssin suuruus taajuudella 10 kHz. Vertaa laskemaasi lähtöimpedanssia datalehdeltä löytyvään arvoon. Johtopäätös?
  - b) Vahvistimen positiivisessa käyttöjännitteessä on amplitudiltaan 100 mV ja taajuudeltaan 100 Hz oleva rippeli. Minkä suuruisena tämä näkyy a)-kohdan vahvistimen lähdössä?
  - c) Vahvistimen tuloon kytketään sinimuotoinen signaali, jonka amplitudi on 1 V ja taajuus on 1 MHz. Mikä on tällöin a)-kohdan vahvistimen lähdössä näkyvän signaalin amplitudi?

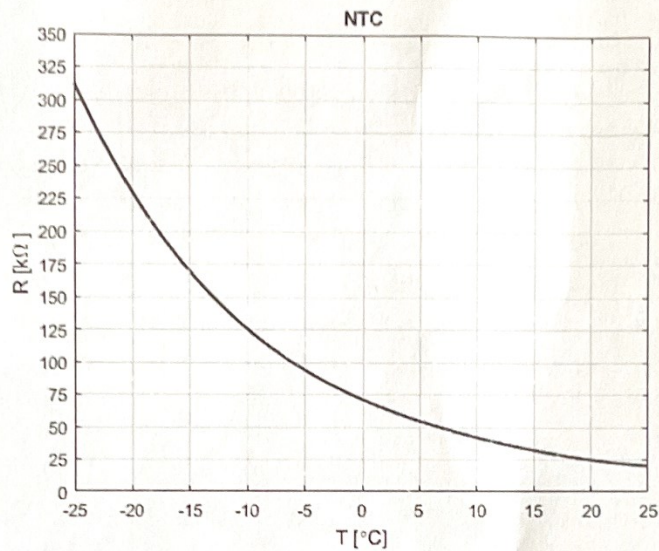
Tentti 28.02.2022 / Jouko Heikkinen

Tentissä saa käyttää omaa ohjelmoitavaa laskinta. Tätä paperia ei tarvitse palauttaa.

Muistathan antaa palautetta Opintojaksopalautejärjestelmän kautta saadaksesi opintosuorituksen.

----- Tehtävien ratkaisun avuksi -----

Miljoona- laatikko:	33 pF/390 pF/1,2 nF/2,2 nF/6,8 nF/8,2 nF/10 nF/12 nF/15 nF/68 nF/120 nF
	1 kΩ/2 kΩ/3 kΩ/4,7 kΩ/7,5 kΩ/10 kΩ/14 kΩ/20 kΩ/30 kΩ/68 kΩ/75 kΩ/100 kΩ/3 MΩ

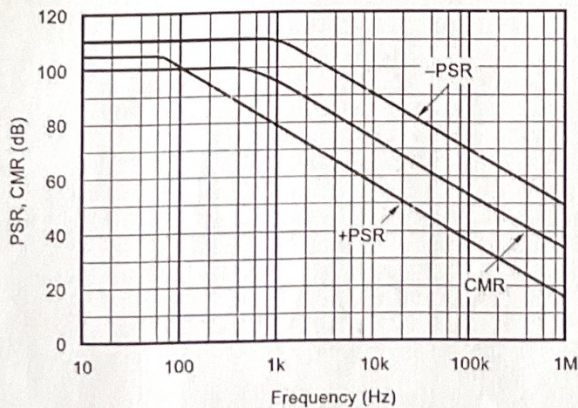


**SPECIFICATIONS**

At  $T_A = +25^\circ\text{C}$ ,  $V_S = \pm 15\text{V}$ , unless otherwise noted.

PARAMETER	CONDITION				UNITS
		MIN	TYP	MAX	
<b>OUTPUT</b>					
Voltage Output	$R_L = 10\text{k}\Omega$	(V-)+0.5		(V+)-1.2	V
	$R_L = 2\text{k}\Omega$	(V-)+1.2		(V+)-1.5	V
	$R_L = 600\Omega$	(V-)+2.2		(V+)-2.5	V
Output Current			$\pm 35$		mA
Output Impedance, Closed-Loop <sup>(5)</sup>	$f = 10\text{kHz}$		0.01		$\Omega$
Open-Loop	$f = 10\text{kHz}$		10		$\Omega$
Short-Circuit Current			$\pm 40$		mA
Capacitive Load Drive (Stable Operation)			See Typical Curve		

POWER SUPPLY AND COMMON-MODE REJECTION vs FREQUENCY



CLOSED-LOOP OUTPUT IMPEDANCE vs FREQUENCY

