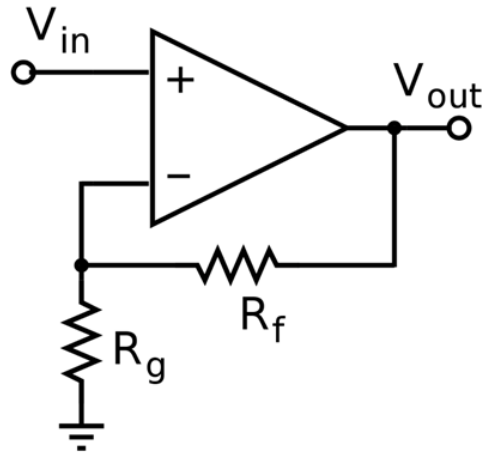


- 1) Kuvassa on yksinkertainen vastakytketty operaatiovahvistimeen perustuva vahvistin. Oleta ideaalinen operaatiovahvistin ja laske piirin vahvistus.



- 2) Vaihtojännitettä mitataan mittarilla, jonka käyttöohjeesta seuraava tarkkuuden arviointiohje on peräisin. Mitattavan jännitteen taajuudeksi saadaan 330 Hz, ja jännitelukema on 10,33 V. Mikä on mittarista luetun jännitteen mittauserpävarmuus? Onko mittarin mallilla väliä, 701 vai 703? Ilmoita tulos oikealla tarkkuudella.

AC Voltage

Range	Resolution	Accuracy			
		40 Hz – 400 Hz		400 Hz – 1 kHz	1 kHz – 20 kHz
		701	703	703	
400 mV	100 μV	0.75 % + 3	2.0 % + 10	2.0 % + 10	
4 V	1 mV		0.75 % + 3	2.0 % + 3	
40 V	10 mV				
400 V	100 mV	1.0 % + 5	1.0 % + 5	2.0 % + 5 ^{*1}	–
1000 V	1 V				

CMRR : > 60dB @ DC to 60 Hz, $R_s = 1\text{ K}\Omega$
 Input Impedance : 10 M Ω , 30 pF nominal
 (50 M Ω , 100 pF nominal for 400 mV range)

*1: Accuracy for 400 Hz to 1 kHz

- 3) Samaa vaihtojännitettä kuin edellisessä tehtävässä mitataan toisellakin mittarilla. Käyttöohjeesta katkelma alla. Saatu jännite on 13,48 V. Ilmoita tulos ja sen mittausepävarmuus oikealla tarkkuudella.

For an detailed specifications.

Accuracy is given as \pm [% of reading] + [number of least significant digits] at 18° C to 28° C, with relative humidity up to 90 %, for a period of one year after calibration.

For Model 87 in the 4 ½-digit mode, multiply the number of least significant digits (counts) by 10. AC conversions are ac-coupled and valid from 3 % to 100 % of range. Model 87 is true rms responding. AC crest factor can be up to 3 at full scale, 6 at half scale. For non-sinusoidal wave forms add $-(2 \% \text{ Rdg} + 2 \% \text{ full scale})$ typical, for a crest factor up to 3.

Table 10. Model 87 AC Voltage Function Specifications

Function	Range	Resolution	Accuracy					
			45 – 65 Hz	30 – 200 Hz	200 – 440 Hz	440 Hz - 1 kHz	1 - 5 kHz	5 - 20 kHz ^[1]
\tilde{V} ^[2,4]	600.0 mV	0.1 mV	$\pm (0.7 \% + 4)$		$\pm (1.0 \% + 4)$		$\pm (2.0 \% + 4)$	$\pm (2.0 \% + 20)$
	6.000 V	0.001 V						
	60.00 V	0.01 V						
	600.0 V	0.1 V						
	1000 V	1 V				$\pm (2.0 \% + 4)$ ^[3]	unspecified	
	Low pass filter	Same as 45-65 Hz	$\pm (1.0 \% + 4)$	$+1 \% + 4$ $-6 \% - 4$ ^[5]	unspecified	unspecified	unspecified	unspecified

[1] Below 10 % of range, add 12 counts.
 [2] The Meter is a true rms responding meter. When the input leads are shorted together in the ac functions, the Meter may display a residual reading between 1 and 30 counts. A 30 count residual reading will cause only a 2-digit change for readings over 3 % of range. Using REL to offset this reading may produce a much larger constant error in later measurements.
 [3] Frequency range: 1 kHz to 2.5 kHz.
 [4] A residual reading of up to 13 digits with leads shorted, will not affect stated accuracy above 3 % of range.
 [5] Specification increases from -1% at 200 Hz to -6% at 440 Hz when filter is in use.

- 4) Käytettävissäsi on nyt kaksi mittaustulosta samasta vaihtojännitteestä. Kuinka yhdistäisit tulokset?

- 5) Käytät J-tyyppin lämpöparia tietokoneen prosessorin lämpötilan monitoroimiseen. Etsi J-tyyppin lämpöparin termojännitteet NIST:n ITS-90 Thermocouple Databasesta:

<http://srdata.nist.gov/its90/main/>

Laitat kuumen liitoksen prosessorin ja jäähdtyssiilin väliin. Liitoksen kylmä pää on huoneenlämpötilassa, joksi seinällä oleva spriimittari näyttää 30 °C. Termojännitteeksi mitaat 5½ numeron näytöllä varustetulla Fluken 8846A-mittarilla 5,733 mV. (Mitä muuten tarkoittikaan numeron puolikas?) Jännitemittarin tarkkuuden arviointiin tarvittava ote käyttöohjeesta on alla. Aika (24 tuntia, 90 päivää tai 1 vuosi) viittaa siihen, kuinka kauan mittarin viimeisimmästä valmistajan takaamasta kalibraatiosta on korkeintaan kulunut - käytä 1 vuoden kohdalla ilmoitettuja tarkkuuksia. Sarakkeessa olevat luvut ovat todellakin prosentteja - 8846A on teollisuuskäyttöön tarkoitettu tarkkuusmittari. Ilmoita mittaamasi lämpötila tuloksen luotettavuusarvioineen. Mittaatko tällä järjestelyllä itse prosessorin lämpötilaa?

Input Characteristics

Range	Resolution	Resolution			Input Impedance
		4½ Digits	5½ Digits	6½ Digits	
100 mV	100.0000 mV	10 µV	1 µV	100 nV	10 MΩ or >10 GΩ ^[1]
1 V	1.000000 V	100 µV	10 µV	1 µV	10 MΩ or >10 GΩ ^[1]
10 V	10.00000 V	1 mV	100 µV	10 µV	10 MΩ or >10 GΩ ^[1]
100 V	100.0000 V	10 mV	1 mV	100 µV	10 MΩ ±1%
1000 V	1,000.000 V	100 mV	10 mV	1 mV	10 MΩ ±1%

[1] Inputs beyond ±14 V are clamped through 200 kΩ typical. 10 MΩ is default input impedance.

8846A Accuracy

Accuracy is given as ± (% measurement + % of range)

Range	24 Hour (23 ±1 °C)	90 Days (23 ±5 °C)	1 Year (23 ±5 °C)	Temperature Coefficient/ °C Outside 18 to 28 °C
100 mV	0.0025 + 0.003	0.0025 + 0.0035	0.0037 + 0.0035	0.0005 + 0.0005
1 V	0.0018 + 0.0006	0.0018 + 0.0007	0.0025 + 0.0007	0.0005 + 0.0001
10 V	0.0013 + 0.0004	0.0018 + 0.0005	0.0024 + 0.0005	0.0005 + 0.0001
100 V	0.0018 + 0.0006	0.0027 + 0.0006	0.0038 + 0.0006	0.0005 + 0.0001
1000 V	0.0018 + 0.0006	0.0031 + 0.001	0.0041 + 0.001	0.0005 + 0.0001

6) Käytössäsi on Fluken 8846A-mittari (5½ numeron näyttö) ja kymmenen kappaletta 10 MΩ ± 1% vastuksia. Luonnollisesti myös juotoskolvi ja juotoslankaa vastuksien yhdistelemiseen. Tehtävänäsi on mitata noin 8 kV (8000 V) jännite mahdollisimman tarkasti. Miten menetättelet? Mikä on näillä välineillä mahdollisimman tarkka tarkkuus? Mistä aiheutuu suurin virhe ja kuinka sitä voisi parantaa? Oleta vuosi Fluken kalibroinnista ja mittausta paikan lämpötilaksi 25 °C.

7) Erään öljyhauteen lämpötila määritetään A-luokan Pt-100 anturilla, jolle resistanssin toleranssi mittausalueella on ±0,1%. Hauteeseen upotetun anturin resistanssi mitataan nelipistemittauksella siten, että anturin läpi kulkee 4,00 mA vakiovirta. Käytetyn virtalähteen antaman virran toleranssi on valmistajan mukaan ±0,2%. Anturin päistä mitattu jännite on 0,4352 V. Jännitemittarin luotettavuus käytetyllä asteikolla on 0,3% + 1 digit. Mikä on hauteen lämpötila luotettavuusarvioineen (virherajoineen)? Käytä luentomonisteen kuvan 5.9. Pt-100 anturin resistanssitaulukkoa. Mitä tässä vielä mainitsemattomia virhelähteitä lämpötilan mittaukseen voi liittyä?