

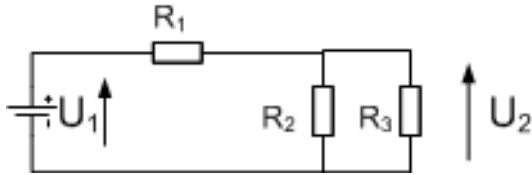
EKSAMEN

Emnekode: ITD12011	Emnenavn: Fysikk og kjemi
Dato: 27.4.2018	Eksamenstid: 4 timer
Hjelpemidler: 4 sider (A4) (2 ark) med egne notater Ikke-kommuniserende kalkulator Gruppebesvarelse, som blir delt ut på eksamensdagen til de som har fått den godkjent	Faglærer: Erling Strand
Om eksamensoppgaven og poengberegning: Oppgavesettet består av tittelside (denne siden), 4 sider med oppgaver og 5 sider med vedlegg, totalt 10 sider. Kontroller at oppgaven er komplett før du begynner å besvare spørsmålene. <i>Oppgavesettet består av 3 oppgaver. Alle spørsmål på oppgavene skal besvares, og alle spørsmål teller likt til eksamen.</i> Alle utregninger må tas med i besvarelsen! Noen formler finnes i vedlegg.	
Sensurfrist: 18.5.2018 Karakterene er tilgjengelige for studenter på Studentweb www.hiof.no/studentweb	



Oppgave 1

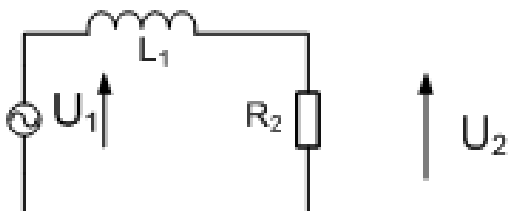
a) Gitt følgende krets:



$U_1 = 5,0 \text{ V}$, $R_1 = 1,0 \text{ K}\Omega$ (1000Ω), $R_2 = 680 \Omega$ og $R_3 = 1\text{K}2$ (1200Ω).

- 1) Hvor stor er strømmen I , som går igjennom motstanden R_1 ?
- 2) Hvor stor er spenningen U_2 ?
- 3) Hvor stor er effekten P i R_3 ?
- 4) Hvor stor energi blir utviklet i R_3 , hvis effekten er på i 1,0 minutt?
- 5) Anta at all denne energien (i oppgaven over) er varmeenergi Q , Hva blir temperaturen t_2 i R_3 , når effekten er på i 1,0 minutt? Anta at det brukes en motstand R_3 som veier $m=5,0 \text{ g}$ og med en spesifikk varmekapasitet $c=0,24 \text{ kJ/kg}\cdot\text{K}$. Temperaturen i motstanden, før strømmen blir satt på, er $t_1 = 20,00 \text{ }^\circ\text{C}$

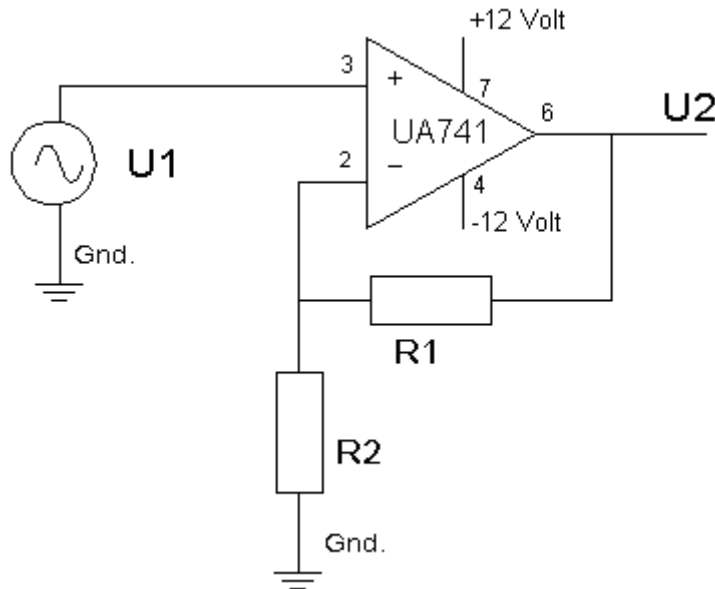
b) Gitt følgende krets:



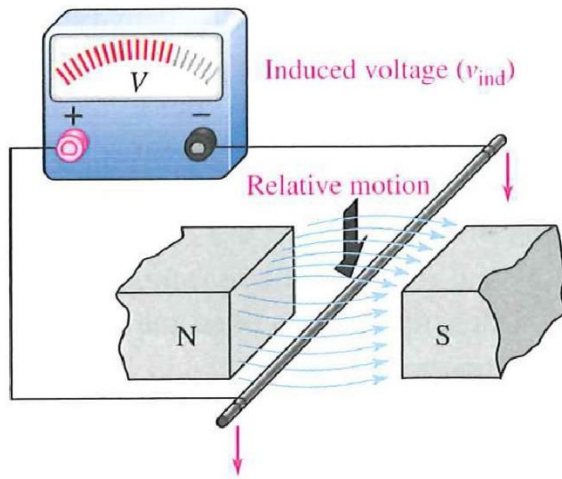
- 1) Utled uttrykket for U_2/U_1 . Under utledningen skal du innføre grensefrekvensen f_G , som skal inngå i sluttsvaret?
- 2) Hva blir uttrykket for grensefrekvensen f_G i denne kretsen? Regn også ut hva grensefrekvensen blir i denne kretsen, hvis $R_2 = 6800 \Omega$ og $L_1 = 470 \mu\text{H}$ ($\mu=10^{-6}$)
- 3) Regn ut $20 \cdot \log_{10}(U_2/U_1)$ i figuren over, og tegn resultatet opp på et halvlogaritmisk papir. De skal minimum tegne kurven fra frekvensområdet $0,1 \cdot f_G$ til $10 \cdot f_G$. Bruk grensefrekvensen du brukte i oppgaven over. – Husk å skrive ditt studentnummer på det halvlogaritmiske papiret!
- 4) Hva blir uttrykket for fasen mellom U_2 og U_1 i figuren over?

Oppgave 2

- a) Anta at du har en forsterker, slik som vist i figuren under. Utled uttrykket for forsterkningen U_2/U_1 .

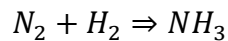


- b) Du skal lage en termometer, som måler temperaturen vha et Pt1000 element. Måleområdet er mellom $-30,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ til $+50,0\text{ }^{\circ}\text{C}$. Utgangen fra termometeren skal kobles til en ADC, som virker mellom $0,0\text{ V}$ til $5,0\text{ V}$. Utgangen fra termometeren skal være $0,0\text{ V}$ ved temperaturen $-30,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ og $5,0\text{ V}$ ved temperaturen $+50,0\text{ }^{\circ}\text{C}$. Målesystemet (termometeren) skal bestå av sensordelen, forsterkeren og sikkerhetskrets. Du skal altså ikke ha med LP filter denne gangen. Forsyningsspenningen til målebreen skal være $+5,0\text{ V}$ og $-5,0\text{ V}$
- I) Tegn kretstegning og regn ut komponentverdier for et ubalansert system
- II) Tegn kretstegning og regn ut komponentverdier for et balansert system
- c) Forklar forskjellen mellom et balansert og et ubalansert målesystem. Få spesielt fram fordelene med et balansert system.
- d) En Analog Digital Converter (ADC) har $\text{FSR}=5,0\text{ V}$, og er på 10 bit. Hvor stor blir kvantiseringsfeilen? Angi svaret i V.
- e) Anta at du beveger en ledning gjennom et magnetfelt. Hvor stor blir spenning hvis B-feltet er 100 mT , lengden på ledningen er 20 cm og farten er $5,0\text{ m/s}$, normalt på B-feltet.



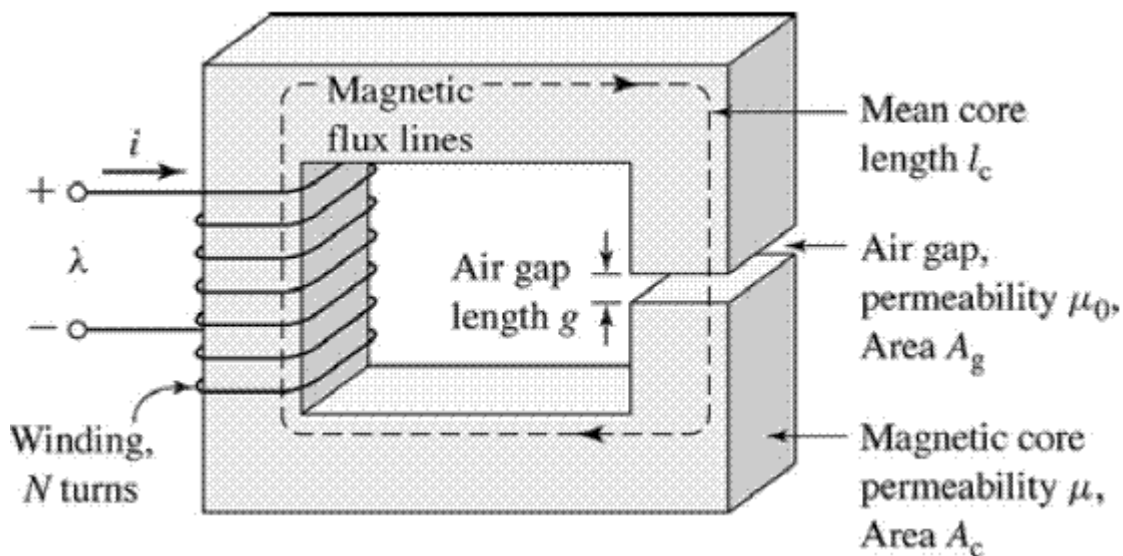
Oppgave 3

- a) Et grunnstoff kan sende ut lys, med bestemte bølgelengder. Det blir et emisjonsspekter som du kan måle. Forklar hva som gjør at grunnstoffet sender ut disse emisjonslinjene, og hvordan du kan måle de.
- b) Anta at du skal fremstille ammoniakk (NH_3) ved hjelp av nitrogengass (N_2) og hydrogengass (H_2). Den ubalanserte reaksjonslikningen er



- I) Balanser denne likningen
- II) Hvor stor masse ammoniakk får du hvis du har 1,00 kg nitrogengass?

- c) Anta at du har denne magnetiske krets:



Arealet A_c i kjernen og arealet på luftgapet A_g er $6,0 \text{ cm}^2$. Den totale lengden på kjernen;
 $l_c = 9,0 \text{ cm} + 2 \cdot 10,0 \text{ cm} + 2 \cdot 4,0 \text{ cm} = 37,0 \text{ cm}$.

Lengden på luftgapet; $g = 1,0 \text{ cm}$.

Den relative permeabiliteten på materialet i kjernen $\mu_r = 800$. Permeabiliteten i luft μ_0 finner du i vedlegg.

I) Hvor stor reluktans er det i kjernematerialet?

II) Hvor stor er den totale reluktansen i kretsen?

III) Hvor stort B-felt får du, hvis du sender en strøm $I=5,0 \text{ A}$ i ledningen, og det er $N= 30$ viklinger.

VEDLEGG

$$Q = c \cdot m \cdot \Delta t \quad \text{hvor } \Delta t = t_2 - t_1$$

$$U_{\text{ind}} = B \cdot l \cdot v$$

$$u_L = L \cdot \frac{di}{dt}$$

$$Z_L = j2\pi f \cdot L$$

$$\text{Reluktans: } R_m = \mathcal{R} = \frac{l}{\mu_r \mu_0 A} \quad \text{hvor } \mu_0 = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \text{ [H/m]}, l \text{ er lengden, } A \text{ er arealet og } \mu_r \text{ er}$$

$$\mu_0 = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \text{ [Wb/A} \cdot \text{t} \cdot \text{m]}$$

relativ permeabilitet. Kan også bruke benevnelsen:

$$\text{Areal av en sirkel: } \pi \cdot r^2$$

$$\text{Omkrets av en sirkel: } 2 \cdot \pi \cdot r$$

$$\text{Magnetomotorisk spenning eller magnetomotorisk kraft: } F_m = N \cdot I$$

$$\text{Magnetisk fluks: } \phi = \frac{F_m}{R_m}$$

$$\text{Magnetisk flukstetthet: } B = \frac{\phi}{A}$$

$$\text{Interferensformelen: } d \cdot \sin \theta_n = n \cdot \lambda$$

$$N_A = 6,022 \cdot 10^{23} : \text{Avogadros tall}$$

$$\text{Atommasseenheten } u = 1,660 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

¹ H	² He
1.00794	4.002602
³ Li	⁴ Be
6.941	9.012182
¹¹ Na	¹² Mg
22.989770	24.3050
¹⁹ K	²⁰ Ca
39.0983	40.078
³⁷ Rb	³⁸ Sr
85.4678	87.62
⁵⁵ Cs	⁵⁶ Ba
132.90545	137.327
⁸⁷ Fr	⁸⁸ Ra
(223)	(226)
²¹ Sc	²² Ti
44.955910	47.867
³⁹ Y	⁴⁰ Zr
88.90585	91.224
⁵⁷ La	⁵⁸ Ce
138.9055	137.327
⁸⁹ Ac	⁹⁰ Th
(227)	(232)
²³ V	²⁴ Cr
50.9415	51.9961
⁴¹ Nb	⁴² Mo
92.90638	95.94
⁷³ Ta	⁷⁴ W
180.9479	183.84
¹⁰⁵ Db	¹⁰⁶ Sg
(262)	(263)
²⁵ Mn	²⁶ Fe
54.938049	55.845
⁴³ Tc	⁴⁴ Ru
(98)	101.07
⁷⁵ Re	⁷⁶ Os
186.207	190.23
¹⁰⁷ Bh	¹⁰⁸ Hs
(262)	(265)
²⁷ Co	²⁸ Ni
58.933200	58.6934
⁴⁵ Rh	⁴⁶ Pd
102.90550	106.42
⁷⁷ Ir	⁷⁸ Pt
192.217	195.078
¹⁰⁹ Mt	¹¹⁰ Ds
(266)	(269)
²⁹ Cu	³⁰ Zn
63.546	65.39
⁴⁷ Ag	⁴⁸ Cd
107.8682	112.411
⁷⁹ Au	⁸⁰ Hg
196.96655	200.59
¹¹¹ Rg	¹¹² Cn
(272)	(277)
³¹ Ga	³² Ge
69.723	72.61
⁴⁹ In	⁵⁰ Sn
114.818	118.710
⁸¹ Tl	⁸² Pb
204.3833	207.2
¹¹⁴ Fl	¹¹⁵ Mc
(287)	(288)
⁵ B	⁶ C
10.811	12.0107
¹³ Al	¹⁴ Si
26.981538	28.0855
³¹ Ga	³² Ge
69.723	72.61
⁴⁹ In	⁵⁰ Sn
114.818	118.710
⁸¹ Tl	⁸² Pb
204.3833	207.2
¹¹⁴ Fl	¹¹⁵ Mc
(287)	(288)
⁷ N	⁸ O
14.00674	15.9994
¹⁵ P	¹⁶ S
30.973761	32.066
³³ As	³⁴ Se
74.92160	78.96
⁵¹ Sb	⁵² Te
121.760	127.60
⁸³ Bi	⁸⁴ Po
208.98038	(209)
¹¹⁶ Lv	¹¹⁷ Uu
(289)	(293)
⁹ F	¹⁰ Ne
18.9984032	20.1797
¹⁷ Cl	¹⁸ Ar
35.4527	39.948
³⁵ Br	³⁶ Kr
79.904	83.80
⁵³ I	⁵⁴ Xe
126.90447	131.29
⁸⁵ At	⁸⁶ Rn
(210)	(222)
¹¹⁸ Og	¹¹⁹ Uue
(294)	(298)

⁵⁸ Ce	⁵⁹ Pr	⁶⁰ Nd	⁶¹ Pm	⁶² Sm	⁶³ Eu	⁶⁴ Gd	⁶⁵ Tb	⁶⁶ Dy	⁶⁷ Ho	⁶⁸ Er	⁶⁹ Tm	⁷⁰ Yb	⁷¹ Lu
140.116	140.90765	144.24	(145)	150.36	151.964	157.25	158.92534	162.50	164.93032	167.26	168.93421	173.04	174.967
⁹⁰ Th	⁹¹ Pa	⁹² U	⁹³ Np	⁹⁴ Pu	⁹⁵ Am	⁹⁶ Cm	⁹⁷ Bk	⁹⁸ Cf	⁹⁹ Es	¹⁰⁰ Fm	¹⁰¹ Md	¹⁰² No	¹⁰³ Lr
232.0381	231.03588	238.0289	(237)	(244)	(243)	(247)	(247)	(251)	(252)	(257)	(258)	(259)	(262)

Periodic Table of the elements, wit

Sensor resistance values for Pt1000 element

(TG-D1/Pt1000, TG-DH/..., TG-A1/..., TG-AH/..., TG-K3/..., TG-KH/..., TG-R5/..., TG-UH/...)

Resistance related to temperature for platinum element PT1000. Resistance in Ohms.
According to IEC751 (1985), DIN 43760 (1980), BS 1904 (1984).

°C	0.0	-1.0	-2.0	-3.0	-4.0	-5.0	-6.0	-7.0	-8.0	-9.0
-50.0	803.1									
-40.0	842.9	838.8	834.8	830.8	826.9	822.9	818.9	815.0	811.0	807.0
-30.0	882.2	878.3	874.3	870.4	866.4	862.5	858.5	854.6	850.6	846.7
-20.0	921.6	917.7	913.7	909.8	905.9	901.9	898.0	894.0	890.1	886.2
-10.0	960.9	956.9	953.0	949.1	945.2	941.2	937.3	933.4	929.5	925.5
0.0	1000.0	996.1	992.2	988.3	984.4	980.4	976.5	972.6	968.7	964.8

°C	0,0	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0
0,0	1000,0	1003,9	1007,8	1011,7	1015,6	1019,5	1023,4	1027,3	1031,2	1035,1
10,0	1039,0	1042,9	1046,8	1050,7	1054,6	1058,5	1062,4	1066,3	1070,2	1074,0
20,0	1077,9	1081,8	1085,7	1089,6	1093,5	1097,3	1101,2	1105,1	1109,0	1112,8
30,0	1116,7	1120,6	1124,5	1128,3	1132,2	1136,1	1139,9	1143,8	1147,7	1151,5
40,0	1155,4	1159,3	1163,1	1167,0	1170,8	1174,7	1178,5	1182,4	1186,2	1190,1
50,0	1194,0	1197,8	1201,6	1205,5	1209,3	1213,2	1217,0	1220,9	1224,7	1228,6
60,0	1232,4	1236,2	1240,1	1243,9	1247,7	1251,6	1255,4	1259,2	1263,1	1266,9
70,0	1270,7	1274,5	1278,4	1282,2	1286,0	1289,8	1293,7	1297,5	1301,3	1305,1
80,0	1308,9	1312,7	1316,6	1320,4	1324,2	1328,0	1331,8	1335,6	1339,4	1343,2
90,0	1347,0	1350,8	1354,6	1358,4	1362,2	1366,0	1369,8	1373,6	1377,4	1381,2
100,0	1385,0	1388,8	1392,6	1396,4	1400,2	1403,9	1407,7	1411,5	1415,3	1419,1
110,0	1422,9	1426,6	1430,4	1434,2	1438,0	1441,7	1445,5	1449,3	1453,1	1456,8

h

atomic number, element symbol and average atomic mass



High Accuracy Instrumentation Amplifier

AMP02

FEATURES

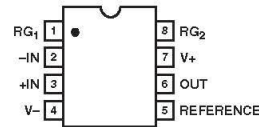
- Low Offset Voltage: 100 μ V max
- Low Drift: 2 μ V/ $^{\circ}$ C max
- Wide Gain Range: 1 to 10,000
- High Common-Mode Rejection: 115 dB min
- High Bandwidth (G = 1000): 200 kHz typ
- Gain Equation Accuracy: 0.5% max
- Single Resistor Gain Set
- Input Overvoltage Protection
- Low Cost
- Available in Die Form

APPLICATIONS

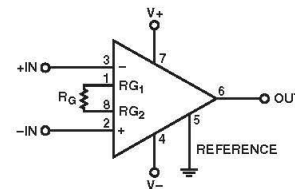
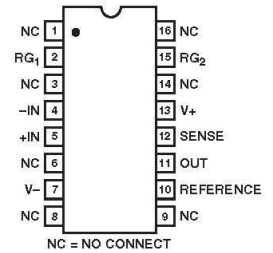
- Differential Amplifier
- Strain Gage Amplifier
- Thermocouple Amplifier
- RTD Amplifier
- Programmable Gain Instrumentation Amplifier
- Medical Instrumentation
- Data Acquisition Systems

FUNCTIONAL BLOCK DIAGRAM

8-Lead PDIP and CERDIP



16-Lead SOIC



$$G = \frac{V_{OUT}}{(+IN) - (-IN)} = \left(\frac{50k\Omega}{R_G} \right) + 1$$

FOR SOL CONNECT SENSE TO OUTPUT

Figure 1. Basic Circuit Connections

GENERAL DESCRIPTION

The AMP02 is the first precision instrumentation amplifier available in an 8-lead package. Gain of the AMP02 is set by a single external resistor and can range from 1 to 10,000. No gain set resistor is required for unity gain. The AMP02 includes an input protection network that allows the inputs to be taken 60 V beyond either supply rail without damaging the device.

Laser trimming reduces the input offset voltage to under 100 μ V. Output offset voltage is below 4 mV, and gain accuracy is better than 0.5% for a gain of 1000. ADI's proprietary thin-film resistor process keeps the gain temperature coefficient under 50 ppm/ $^{\circ}$ C.

Due to the AMP02's design, its bandwidth remains very high over a wide range of gain. Slew rate is over 4 V/ μ s, making the AMP02 ideal for fast data acquisition systems.

A reference pin is provided to allow the output to be referenced to an external dc level. This pin may be used for offset correction or level shifting as required. In the 8-lead package, sense is internally connected to the output.

For an instrumentation amplifier with the highest precision, consult the AMP01 data sheet.

REV. E

Information furnished by Analog Devices is believed to be accurate and reliable. However, no responsibility is assumed by Analog Devices for its use, nor for any infringements of patents or other rights of third parties that may result from its use. No license is granted by implication or otherwise under any patent or patent rights of Analog Devices. Trademarks and registered trademarks are the property of their respective companies.

One Technology Way, P.O. Box 9106, Norwood, MA 02062-9106, U.S.A.
 Tel: 781/329-4700 www.analog.com
 Fax: 781/326-8703 © Analog Devices, Inc., 2002. All rights reserved.

$$G = \frac{50 k\Omega}{R_G} + 1$$

LM741 Operational Amplifier

General Description

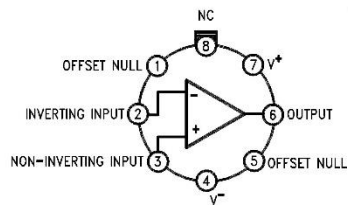
The LM741 series are general purpose operational amplifiers which feature improved performance over industry standards like the LM709. They are direct, plug-in replacements for the 709C, LM201, MC1439 and 748 in most applications.

The amplifiers offer many features which make their application nearly foolproof: overload protection on the input and output, no latch-up when the common mode range is exceeded, as well as freedom from oscillations.

The LM741C is identical to the LM741/LM741A except that the LM741C has their performance guaranteed over a 0°C to +70°C temperature range, instead of -55°C to +125°C.

Connection Diagrams

Metal Can Package

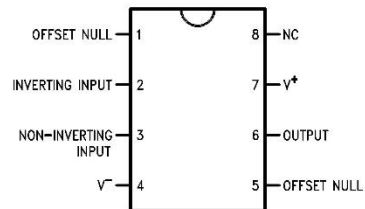


DS009341-2

Note 1: LM741H is available per JM38510/10101

**Order Number LM741H, LM741H/883 (Note 1),
LM741AH/883 or LM741CH**
See NS Package Number H08C

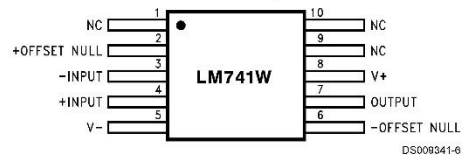
Dual-In-Line or S.O. Package



DS009341-3

Order Number LM741J, LM741J/883, LM741CN
See NS Package Number J08A, M08A or N08E

Ceramic Flatpak

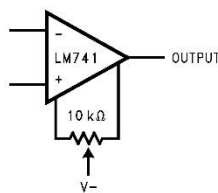


DS009341-6

Order Number LM741W/883
See NS Package Number W10A

Typical Application

Offset Nulling Circuit



DS009341-7