

به نام خدا

راهنمای حل تمرین سری ۳

سوال ۱

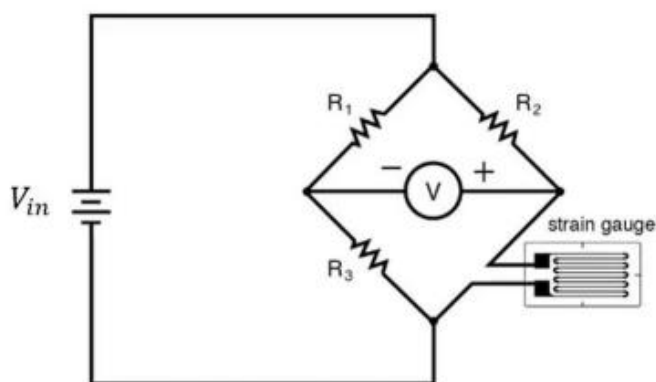
در این سوال می‌دانیم که $GF = \frac{(\frac{\Delta R}{R_0})}{\epsilon}$ و می‌دانیم که مقدار آن برابر $GF = 2$ می‌باشد

$$\text{if } F = 100N \rightarrow \epsilon = \frac{\Delta L}{L_0} = \frac{50.025 - 50}{50} = \frac{0.025}{50} = 5 \times 10^{-4}$$

$$\rightarrow F = 25N : \epsilon = \frac{\Delta L}{L_0} = \frac{5 \times 10^{-4}}{4} = 1.25 \times 10^{-4}$$

$$\Delta R = R_0 \times \epsilon \times GF = 350 \times 1.25 \times 10^{-4} \times 2 = 8.75 \times 10^{-2}$$

الف) در این قسمت ما مدار یک چهارم پل استفاده خواهیم کرد.



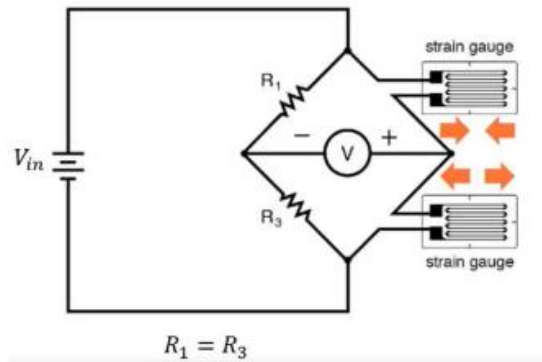
در این قسمت باید مقدار ولتاژ خروجی رو باید به دست بیاریم.

$$V_- = \frac{V_{in}}{2} = 5, V_+ = \frac{R_{sg} + \Delta R}{R_{sg} + \Delta R + R_2} V_{in} \rightarrow R_{sg} = 250, R_2 = 500, \Delta R = 0.0875\Omega$$

$$V_+ = \frac{350 + 0.0875}{850 + 0.0875} V_{in} = 0.411825 V_{in} = 4.667v \rightarrow V_+ = 4.11825$$

$$V_{out2} = V_+ - V_- = -0.881747v$$

ب) در این قسمت ما مدار نیم پل استفاده خواهیم کرد.

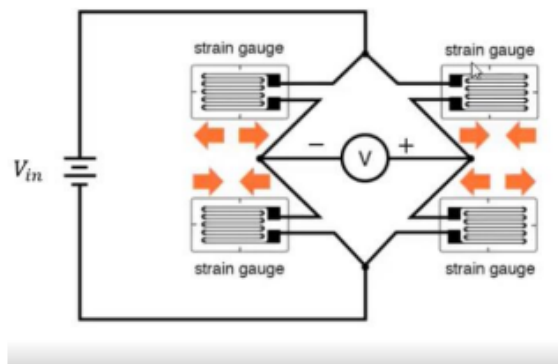


$$V_- = \frac{V_{in}}{2} = 5, V_+ = \frac{R_{sg} + \Delta R}{R_{sg} + \Delta R + R_{sg} - \Delta R} V_{in} = \frac{R_{sg} + \Delta R}{2R_{sg}} V_{in}$$

$$\Delta R = 0.0875\Omega \rightarrow V_- = 5, V_+ = \frac{350 + 0.0875}{700} 10 = 5.00125v$$

$$V_{out2} = V_+ - V_- = 5.00125 - 5 = 0.00125v = V_{out2}$$

ج) مدار تمام پل باشد.



حال در این بخش از مدار تمام پل استفاده خواهیم کرد و خروجی را نمایش خواهیم داد.

$$V_- = \frac{R_{sg} - \Delta R}{R_{sg} - \Delta R + R_{sg} + \Delta R} V_{in}, V_+ = \frac{R_{sg} + \Delta R}{R_{sg} + \Delta R + R_{sg} - \Delta R} V_{in} \rightarrow$$

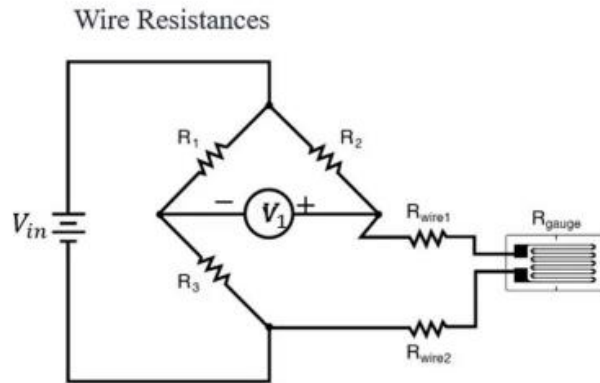
$$V_- = \frac{R_{sg} - \Delta R}{2R_{sg}} V_{in}, V_+ = \frac{R_{sg} + \Delta R}{2R_{sg}} V_{in}, V_{out} = V_+ - V_-$$

$$if \Delta R = 0.0875\Omega \rightarrow V_{out2} = V_+ - V_- = \left(\frac{R_{sg} + \Delta R}{2R_{sg}} - \frac{R_{sg} - \Delta R}{2R_{sg}} \right) V_{in} =$$

$$\left(\frac{2\Delta R}{2R_{sg}}\right)V_{in} = \frac{\Delta R}{R_{sg}}V_{in} = \frac{0.0875}{350}10 = 0.0025v \rightarrow V_{out2} = 0.0025v$$

(د) در این قسمت ما صرفاً لازم هست به مقدار مقاومت R_{sg} مقدار 1Ω اضافه کنیم تا مشاهده کنیم مقدار خروجی ولتاژ در تمامی حالت‌ها باید به دست بیاریم.

یک چهارم پل:



$$V_- = \frac{V_{in}}{2}, V_+ = \frac{R_{sg} + 2R_w + \Delta R}{R_{sg} + 2R_w + R_2 + \Delta R} V_{in},$$

$$R_2 = 500\Omega, R_{sg} = 350\Omega, R_w = 1\Omega, \Delta R = 0.0875\Omega$$

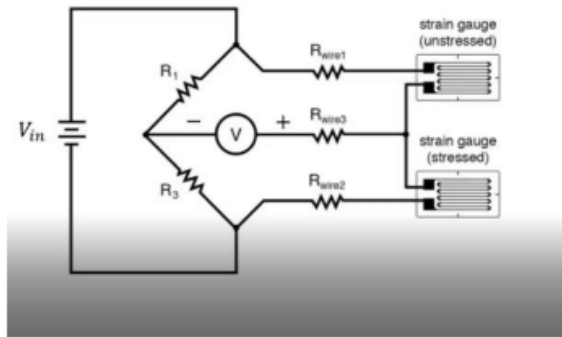
$$V_- = 5, V_+ = \frac{350 + 2 + 0.0875}{500 + 350 + 2 + 0.0875}10 = 4.13205v$$

$$V_{out} = 4.13205 - 5 = -0.86794v = V_{out}$$

با توجه به تغییری جدید که اعمال شد اندازه قدر مطلق V_{out} کمتر شده است و چون که منفی بوده به عبارت دیگری می‌گوییم مقدار آن مثبت‌تر شده هست.

	Without wire	With Wire
V_{out}	$-0.881747v$	-0.86794

نیم پل:



$$V_- = \frac{V_{in}}{2}, V_+ = \frac{R_{sg} + R_w + \Delta R}{R_{sg} + R_w + \Delta R + R_{sg} + R_w - \Delta R} V_{in}$$

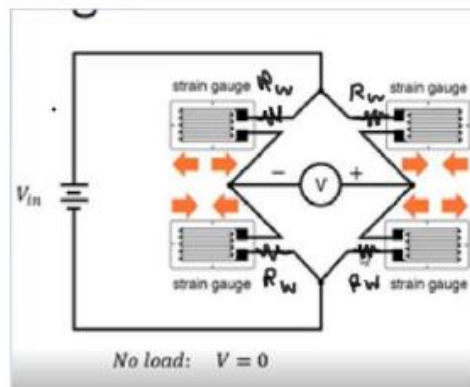
$$V_+ = \frac{R_{sg} + R_w + \Delta R}{2R_{sg} + 2R_w} \rightarrow V_{out} = V_+ - V_- \rightarrow$$

$$V_{out} = \frac{R_{sg} + R_w}{2R_{sg} + 2R_w} - \frac{1}{2} + \frac{\Delta R}{2(R_{sg} + R_w)} = \frac{\Delta R}{2(R_{sg} + R_w)} \rightarrow$$

$$V_{out} = \frac{0.0875}{2(350 + 1)} = 0.001246v = V_{out}$$

	Without wire	With Wire
V_{out}	0.00125v	0.001246v

مدار تمام پل: در این سوال فرض می‌کنیم که حسگرها در فاصله خیلی زیادی قرار دارند به همین منظور انگار به هر شاخه یک R_w اضافه می‌شود به مدار ما



$$V_- = \frac{R_{sg} + R_w - \Delta R}{R_{sg} + R_w - \Delta R + R_{sg} + R_w + \Delta R} V_{in}, V_+ = \frac{R_{sg} + \Delta R}{R_{sg} + R_w + \Delta R + R_{sg} + R_w - \Delta R} V_{in}$$

$$V_- = \frac{R_{sg} + R_w - \Delta R}{2R_{sg} + 2R_w} V_{in}, V_+ = \frac{R_{sg} + R_w + \Delta R}{2R_{sg} + 2R_w} V_{in}, V_{out} = V_+ - V_-$$

$$V_{out} = \frac{R_{sg} + R_w + \Delta R - R_{sg} - R_w + \Delta R}{2R_{sg} + 2R_w} V_{in} = \frac{2\Delta R V_{in}}{2(R_{sg} + R_w)} = \frac{\Delta R V_{in}}{R_{sg} + R_w}$$

$$V_{out} = \frac{0.0875}{350 + 1} = 0.002492v = V_{out}$$

Without wire

With Wire

V_{out}

0.0025v

0.002492v

ه) در این مدل ما قصد داریم خروجی را به دست بیاوریم:

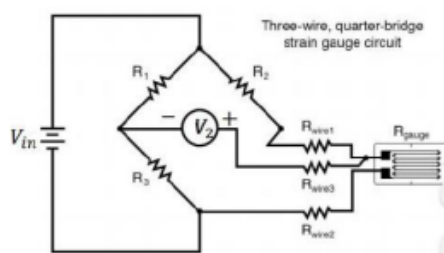


Figure 1

$$V_- = \frac{V_{in}}{2}, V_+ = \frac{R_{sg} + R_w + \Delta R}{R_{sg} + R_w + \Delta R + R_2 + R_w} V_{in},$$

$$R_{sg} = 350\Omega, R_2 = 500\Omega, R_w = 1\Omega, \Delta R = 0.0875\Omega$$

$$V_+ = \frac{350 + 1 + 0.0875}{350 + 1 + 0.0875 + 500 + 1} 10 = 4.1203v$$

$$V_{out} = V_+ - V_- = 4.1203 - 5 = -0.8796v = V_{out}$$

قسمت د

قسمت ه

V_{out}

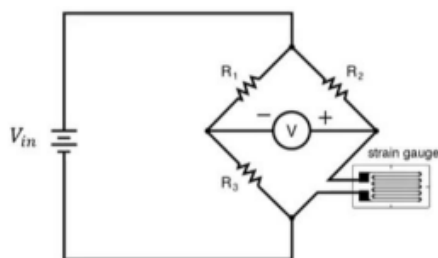
-0.86794

-0.8796

همان طور که مشاهده می کنیم مقدار خروجی در بخش ه به بخش الف نزدیک تر است و این نشان میدهد که این مدار توانسته اثر مقاوت سیم را تا حد خوبی حذف کند.

و) در این بخش علاوه بر نیرو دما را هم تغییر می‌دهیم و این باعث تغییر در مقاومت می‌شود که ما به ترتیب برای حسگر ΔR_{sg}^T و برای مقاومت‌های عادی ΔR_2^T استفاده می‌کنیم.

یک چهارم پل:



$$V_- = \frac{V_{in}}{2}, V_+ = \frac{R_{sg} + \Delta R_{sg}^T + \Delta R}{R_{sg} + \Delta R_{sg}^T + \Delta R + R_2 + \Delta R_2^T} V_{in}, V_- = 5v$$

$$V_+ = \frac{350 + 1 + 0.0875}{350 + 1 + 0.0875 + 500 + 2} 10 = 4.11549v \rightarrow$$

$$V_{out} = V_+ - V_- = 4.11549 - 5 = -0.884507 = V_{out}$$

با تغییر دما

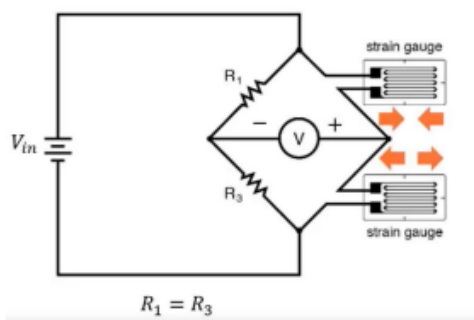
بدون تغییر دما

V_{out}

$-0.884507v$

$-0.881747v$

نیم پل:



$$V_- = \frac{V_{in}}{2}, V_+ = \frac{R_{sg} + \Delta R_{sg}^T + \Delta R}{R_{sg} + \Delta R_{sg}^T + \Delta R - \Delta R + R_{sg} + \Delta R_{sg}^T} V_{in}, V_- = 5v$$

$$V_+ = \frac{350 + 1 + 0.0875}{350 + 1 + 350 + 1} 10 = 0.5001246v \rightarrow V_{out} = V_+ - V_- =$$

$$V_{out} = 0.5001246v - 5v = 0.00124v = V_{out}$$

با تغییر دما

بدون تغییر دما

V_{out}

$0.00124v$

$0.00125v$

تمام پل:

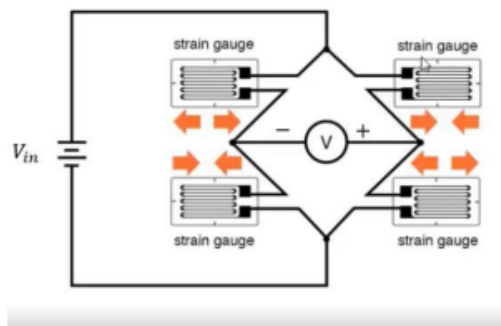


Figure 3

$$V_- = \frac{R_{sg} + \Delta R_{sg}^T - \Delta R}{R_{sg} + \Delta R_{sg}^T - \Delta R + R_{sg} + R_{sg}^T + \Delta R} V_{in}, V_+ = \frac{R_{sg} + R_{sg}^T + \Delta R}{2R_{sg} + 2\Delta R_{sg}^T} V_{in} \rightarrow$$

$$V_- = \frac{R_{sg} + \Delta R_{sg}^T - \Delta R}{2R_{sg} + 2R_{sg}^T} V_{in}, V_+ = \frac{R_{sg} + R_{sg}^T + \Delta R}{2R_{sg} + 2R_{sg}^T} V_{in}, V_{out} = V_+ - V_-$$

$$V_{out} = \frac{2\Delta R V_{in}}{2(R_{sg} + \Delta R_{sg}^T)} = \frac{\Delta R V_{in}}{R_{sg} + \Delta R_{sg}^T} = \frac{0.00875}{350 + 1} 10 = 0.0024928v$$

$$V_{out} = 0.0024928v$$

با تغییر دما

بدون تغییر دما

V_{out}

0.0024928v

0.0025v

نشان دادیم که با تغییر دما برای حالت و نیم و تمام پل مقدار خروجی کوچک تر می شود.

ز) در این سوال ما می بایست از یک چهارم پل استفاده کنیم به این معنا که بر خلاف نیم پل که یکی کشیده می شد و دیگری فشرده می شد در این حال یکی تغییر می کند و دیگری ثابت هست.

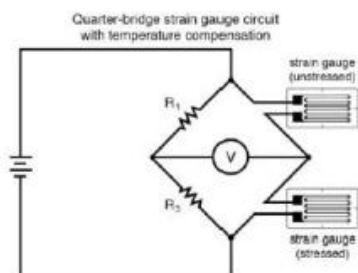


Figure 4

$$V_- = \frac{V_{in}}{2}, V_+ = \frac{R_{sg} + \Delta R_{sg}^T + \Delta R}{R_{sg} + \Delta R_{sg}^T + \Delta R + R_{sg} + \Delta R_{sg}^T} V_{in} \rightarrow$$

$$V_- = 5v, V_+ = \frac{350 + 1 + 0.0875}{350 + 1 + 0.0875 + 350 + 1} 10 = 5.000623v$$

$$V_{out} = V_+ - V_- = 0.000623v = V_{out}$$

	بخش و	بخش الف	بخش فعلی
V_{out}	$-0.884507v$	$= -0.881747v$	0.000623

همان طور که پیداست به دلیل unbalanced مقدار خروجی در حالت های قبلی خیلی منفی می شد به دلیل اینکه همین اختلاف مقاوت زیادی وجود داره بین آن دو سر هست و همین موجب شد یک تفاوت فاحش در ساختار به وجود بیاد پس در نتیجه منطقی تره به جای مقاومت عادی از یک کرنش سنج استفاده کنیم

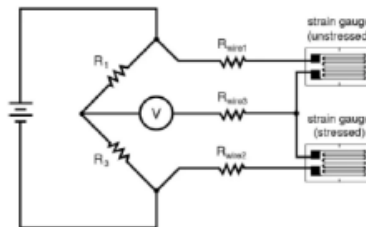


Figure 5

$$V_- = \frac{V_{in}}{2}, V_+ = \frac{R_{sg} + \Delta R_{sg}^T + \Delta R + R_w}{R_{sg} + \Delta R_{sg}^T + \Delta R + R_w + R_{sg} + \Delta R_{sg}^T + R_w} V_{in} =$$

$$V_+ = \frac{R_{sg} + \Delta R_{sg}^T + R_w + \Delta R}{2(R_{sg} + \Delta R_{sg}^T + R_w) + \Delta R} V_{in} \rightarrow V_{out} = V_+ - V_- \rightarrow$$

$$V_{out} = \frac{\frac{\Delta R}{2}}{2(R_{sg} + \Delta R_{sg}^T + R_w) + \Delta R} V_{in} \rightarrow V_{out} = \frac{\frac{0.0875}{2}}{2(350 + 1 + 1) + 0.00875} 10 = 0.00062144v$$

$$V_{out} = 0.00062144v$$

	بخش و	بخش الف	بخش فعلی
V_{out}	$-0.884507v$	$= -0.881747v$	$0.00062144v$

همان طور که پیداست به دلیل unbalanced مقدار خروجی در حالت های قبلی خیلی منفی می شد به دلیل اینکه همین اختلاف مقاوت زیادی وجود داره بین آن دو سر هست و همین موجب شد یک تفاوت فاحش در ساختار به وجود بیاد پس در نتیجه منطقی تر است به جای مقاومت عادی از یک کرنش سنج استفاده کنیم

سوال ۲

NON-Contact : بین منبع تولید کننده توان و بار مصرفی قرار می گیرند و نسبتاً دور از بار الکتریکی می باشند
 با توجه به این اجزای مکانیکی و محرک ندارند دارای استحکام بسیار کمی هستند و از آن ها می توان
 به صورت مستقیم و طولانی بهره برد. «این سنسورها دو گیرنده به فاصله کمی از هم بر روی یک محور
 حساس به کنتش نصب شده است در یک طرف تیغه یک منبع نور و در طرف دیگر یک سنسور نوری
 به محض آن که دورانی حس شود نور ارسالی از یک طرف تیغه تغییر وضعیت داده و دوران احساس می شود
 Clamp-on : بر روی محور دورانی نصب می شوند و به راحتی می توانند هر محور دورانی را به یک
 سنسور مجهز کنند با توجه به آسانی نصب نیازی به از کار افتادن طولانی مدت دستگاه نیست
 ولی از آن هایی که بیرون سیستم نصب می شوند دارای دقت کم و عمر قطعیت بالایی هستند

سوال ۳

اگر خروجی حسگر را ظرفیت خازنی آن و فاصله صفحات را L و عرض صفحات را a و ثابت دی الکتریک را k در نظر بگیریم داریم:

$$c = c_1 + c_2 = \frac{\epsilon * a * (d - x)}{L} + \frac{k * \epsilon * a * x}{L} = \frac{\epsilon * a * (k - 1)}{L} * x + \frac{\epsilon * a * d}{L}$$

که با توجه به رابطه بدست آمده تغییرات خروجی حسگر نسبت به جابجایی دی الکتریک خطی است.

$$R = R_0(1 + \alpha T)$$

$$\alpha = 0.004 \frac{1}{^\circ C}$$

$$R_{20^\circ C} = 106 \Omega$$

$$R_{25^\circ C} = ?$$

$$R_{20^\circ C} = R_0(1 + \alpha \times 20^\circ C) \rightarrow R_0 \left(1 + 0.004 \frac{1}{^\circ C} \times 20^\circ C \right) = 106 \rightarrow R_0(1.08) = 106 \rightarrow$$

$$R_0 = \frac{106}{1.08} \rightarrow R_0 = 98.15 \Omega$$

$$R_{T^\circ C} = R_0(1 + \alpha \times T) \rightarrow R_{T^\circ C} = \mathbf{98.15(1 + 0.004 \times T)} \rightarrow$$

$$R_{25^\circ C} = 98.15(1 + 0.004 \times 25) \rightarrow R_{25^\circ C} = 98.15(1.1) \rightarrow \mathbf{R_{25^\circ C} = 107.96 \Omega}$$

اتلاف توانی که بصورت گرما در مقاومت مصرف می شود به عنوان عامل موثر بر افزایش دما و متعاقبا افزایش مقاومت ایفای نقش می کند.

$$I = 8 \text{ mA}$$

$$\text{Power Loss Coefficient} = 25 \frac{\text{mW}}{^\circ C}$$

$$T$$

$$P = 100^\circ C \times 25 \frac{\text{mW}}{^\circ C} \rightarrow P = 2.5 \text{ W}$$

$$R = \frac{2.5 \text{ W}}{(0.008 \text{ A})^2} \rightarrow \mathbf{R = 39,062.5 \Omega}$$

$$R_T = 98.15(1 + 0.004 \times T) \rightarrow 98.15(1 + 0.004 \times T) = 39,062.5 \rightarrow T = \frac{\left(\frac{39062.5}{98.15} - 1 \right)}{0.004} \rightarrow$$

$$T = \frac{396.99}{0.004} \rightarrow \mathbf{T = 99,246.94^\circ C}$$