



- ۱- در یک سیستم کنترل فرآیند دمای یک اتاق، سنسورها چه نقشی ایفا می کنند؟ چه سنسورهایی کاربرد دارند؟ (صفحه ۳۲ اسلاید)
- ۲- سیستم اندازه گیری Passive و Active را شرح دهید. ترموکوپل- رادار- تیوب بوردون- استرین گیج هر کدام جزو کدام دسته هستند.
- ۳- سیستم اندازه گیری صفر و انحرافی چه تفاوت هایی دارند؟ چهار مورد را ذکر کنید.
- ۴- تفاوت سنسور Smart و Intelligent چیست؟
- ۵- یک حسگر اندازه گیری دما که دمای ۴۰۰- تا ۶۰۰ درجه را اندازه گیری می کند زمانیکه می دانیم دما ۲۵ درجه است، دما را عددی بین ۲۷ و ۲۸ نشان می دهد. در مورد Accuracy, Precision, Tolerance, Range, Uncertainty, Bias Error آن بحث نمایید.
- ۶- سنسور نیروی ۱ دارای عدم قطعیت یک درصد کل بازه و سنسور نیروی ۲ دارای عدم قطعیت ۵ درصد نسبی است. اگر بازه اندازه گیری برای هر دو N باشد. نیرویی که ما می دانیم مقدارش ۴۰ N است را هر کدام چقدر نشان می دهند؟ اگر حساسیت سنسور یک ۱ mv/N و حساسیت سنسور ۲ ۲ mv/N باشد. هر کدام چه ولتاژی را در خروجی باید نشان دهند؟ چه ولتاژی را نشان خواهند داد؟
- ۷- یک مبدل حرارتی دارای خروجی ۲۰ mv/C است. اگر محدوده ی ولتاژ A/D صفر تا ۵ باشد چرا با استفاده از یک A/D هشت بیتی نمی توان خروجی را با رزولوشن یک درجه اندازه گیری نمود؟ چه تغییری باید ایجاد شود تا رزولوشن مورد نظر بدست آید؟
- ۸- تفاوت zero drift و sensitivity drift را با نمودار نشان دهید و برای یک سنسور دما مثال بزنید.
- ۹- چهار نمونه از مشخصات دینامیکی یک سیستم را نام برده و شرح دهید.
- ۱۰- چهار نمونه از مشخصات استاتیکی یک سیستم را نام برده و مثال بزنید.
- ۱۱- دیمانسیون نیرو چیست؟ اثبات کنید.
- ۱۲- دیمانسیون فشار چیست؟ اثبات کنید.
- ۱۳- دیمانسیون کار چیست؟ اثبات کنید.
- ۱۴- طرز کار مانومتر را شرح دهید.
- ۱۵- یک مانومتر دستی (Manual) برای اندازه گیری فشار طراحی کنید که حداکثر ارتفاع مانومتر ۱۰ سانتیمتر، حداکثر فشار ۱۰ pa باشد و بتواند فشار را با دقت یک دهم پاسکال و فاصله درجه بندی ۲ میلیمتر نشان دهد. (فرض کنید از سیالی استفاده نموده ایم که $\rho g = 100 \text{ kg/(m.s)}^2$)
- ۱۶- اصول کارکرد سنسورهای پروکسی خازنی را شرح دهید. چه کاربردی دارند و برای چه موادی؟
- ۱۷- برای ساخت یک پتانسیومتر از یک سیم به طول ۲۰ اینچ و مقاومت ۵۰ Ω/inch استفاده شده است. اگر سیم ۳۰۰ دور پیچیده شده و بازه پتانسیومتر ۳۰۰ درجه باشد، رزولوشن آن را بر حسب درجه و بر حسب اهم چقدر است؟
- ۱۸- تفاوت تاکوژنراتور و شفت اینکودر را شرح دهید.
- ۱۹- تفاوت LVI (رلوکتانس متغیر خطی) و LVDT (ترانسفورماتور تفاضلی) چیست؟

۲۰- عملکرد LVDT و اینکه چگونه باید خروجی آن را استفاده نمود را شرح دهید.

۲۱- PZT چیست و چگونه از آن برای اندازه گیری شتاب استفاده می‌شود.

۲۲- اینکودر مطلق طراحی کنید که یک دور را به ۸ قسمت تقسیم نماید و کمترین احتمال خطا را داشته باشد.

۲۳- تفاوت Photoresistor و Phototransistor چیست؟

۲۴- سنسورهای PIR چگونه عمل می‌کنند؟

۲۵- روش Triangulation چیست و چه کاربردی دارد؟

۲۶- با استفاده از یک Linear CCD یک مگا پیکسل و به طول ۲/۵ سانتی متر به روش Triangulation چگونه می‌توان فاصله را اندازه گرفت؟ اگر بخواهیم فاصله با دقت ۰/۰۰۱ میلی متر اندازه گیری شود، حداکثر طول اندازه گیری چقدر می‌تواند باشد؟

۲۷- به وسیله دستگاه استروبو اسکوپ چگونه می‌توان سرعت شیء را اندازه گرفت؟

۲۸- چگونه از سنسور آلتراسونیک برای جوشکاری استفاده می‌شود؟

۲۹- چگونه می‌توان با سنسور آلتراسونیک فاصله را اندازه گرفت؟ اگر سرعت صوت ۲۰۰۰ متر بر ثانیه باشد، برای اندازه گیری با دقت ۰/۰۰۱ حداقل فرکانس پروسسور چقدر باید باشد؟

۳۰- چگونه از آلتراسونیک برای NDT استفاده می‌شود؟

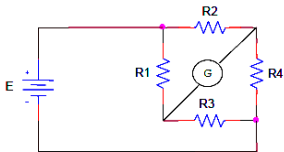
۳۱- میکروسکوپ AFM چیست و دقت حرکت آن در چه حد است؟

۳۲- برای اندازه‌گیری ارتفاع مایع، دو سنسور به صورت on/off و دو سنسور به صورت آنالوگ شرح دهید.

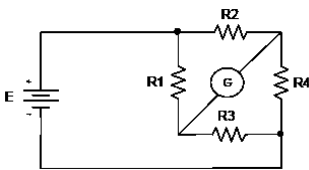
۳۳- دو سنسور معرفی نمایید که بتوان توسط آن‌ها سرعت خودرو را اندازه‌گیری نمود. کاربرد را شرح دهید. (به جز آلتراسونیک و لیزر)

۳۴- کرنش چیست و چگونه اندازه گیری می‌شود. شرح دهید.

۳۵- یک استرین گیج با تغییرات مقاومتی صفر تا ۱۰ اهم و مقاومت اولیه ۲۰۰۰ اهم در پل زیر استفاده شده است. اگر منبع تغذیه ۵ ولتی باشد و R_4 استرین گیج. R_3, R_2, R_1 چه عددی باشد که با استفاده از یک A/D هشت بیتی بتوان تغییرات مقاومت استرین گیج را با دقت یک‌دهم اهم تشخیص داد؟ چگونه را شرح دهید.



۳۶- دو استرین گیج با تغییرات مقاومتی صفر تا ۱ اهم و مقاومت اولیه ۱۰۰ اهم در پل برای اندازه‌گیری تنش برشی در یک میله‌ی استوانه‌ای استفاده شده است. الف) استرین گیج‌ها چگونه باید نصب شوند؟ ب) اگر منبع تغذیه ۵ ولت باشد و R_2 و R_4 استرین گیج، R_3, R_1 چه عددی باشند که با استفاده از یک A/D ده بیتی بتوان تغییرات مقاومت استرین گیج را با دقت یک هزارم اهم تشخیص داد؟ ج) ولتاژ مرجع A/D و حساسیت به نیرو برای این سنسور (مجموعه پل) چقدر خواهد بود؟ (۳ نمره)



۳۷- Temperature loss Flow meter چیست؟ شرح دهید.

۳۸- ترموکوپل چیست و با ترموستات چه تفاوتی دارد.

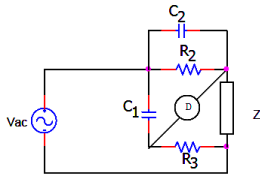
۳۹- ترمیستور چیست و انواع آن را شرح دهید.

۴۰- با استفاده از یک D/A یک A/D بسیار سریع طراحی نمایید.

۴۱- با استفاده از دو مقاومت ۵۰۰ و ۱۰۰۰ اهمی یک D/A طراحی کنید که کمترین مقدار قابل تشخیص آن ۱۰ میلی ولت باشد.

۴۲- در مدار زیر به ازای $f=5 \text{ KHz}$ ، $C_2=0.1\mu\text{F}$ ، $C_1=0.2 \mu\text{F}$ ، $R_3=400$ ، $R_2=200$ مقدار

بار Z برای تعادل پل؟



۴۳- ترموستات، NTC و RTC را شرح دهید.

۴۴- ترموستات، NTC و PTC را شرح دهید.

۴۵- دو روش معرفی نمایید که بتوان توسط آن‌ها سرعت خودرو را اندازه‌گیری نمود. کاربرد را شرح دهید. (به جز آلتراسونیک و لیزر)

۴۶- سنسور نیروی SF1 دارای عدم قطعیت یک درصد کل بازه و سنسور نیروی SF2 دارای عدم قطعیت ۵ درصد نسبی است. الف) اگر

بازه اندازه‌گیری برای هر دو 100 N باشد. نیرویی که ما می‌دانیم مقدارش 40 N است را هر کدام چقدر نشان می‌دهند؟ ب) اگر

حساسیت سنسور SF1، 10 mv/N و حساسیت سنسور SF2، 5 mv/N باشد. هر کدام چه ولتاژی را بدون در نظر گرفتن خطا

در خروجی باید نشان دهد؟ ج) چه ولتاژی را با در نظر گرفتن خطا نشان خواهند داد؟

۴۷- برای ساخت یک پتانسیومتر از یک سیم به طول 20 اینچ و مقاومت $50 \Omega/\text{inch}$ استفاده شده است. اگر سیم 300 دور پیچیده

شده و بازه پتانسیومتر 300 درجه باشد، رزولوشن آن را بر حسب درجه و بر حسب اهم چقدر است؟

۴۸- برای اندازه‌گیری ارتفاع مایع، دو سنسور تماسی و دو سنسور غیرتماسی نام برده و کاربرد آن‌ها را شرح دهید.

۴۹- سه سنسور نیرو تحت بررسی صحت و دقت قرار گرفته‌اند و نتیجه به صورت زیر است. در مورد صحت و دقت آن‌ها بحث کنید.

| Min | Average | Max | ۱۰ | ۹ | ۸ | ۷ | ۶ | ۵ | ۴ | ۳ | ۲ | ۱ | |
|-------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---|
| ۹/۰۲ | ۱۰/۰۹ | ۱۱/۲۰ | ۹/۳۲ | ۱۰/۰۸ | ۹/۴۷ | ۹/۰۲ | ۱۰/۹۴ | ۱۰/۵۰ | ۹/۳۹ | ۱۱/۲۰ | ۱۰/۹۶ | ۱۰/۰۲ | A |
| ۱۱/۴۲ | ۱۱/۴۹ | ۹/۹۹ | ۱۱/۴۸ | ۱۱/۴۳ | ۱۱/۵۰ | ۱۱/۵۸ | ۱۱/۵۱ | ۱۱/۴۲ | ۱۱/۴۷ | ۱۱/۵۲ | ۱۱/۵۳ | ۱۱/۵۰ | B |
| ۹/۹۲ | ۱۱/۴۲ | ۱۰/۰۸ | ۹/۹۸ | ۹/۹۷ | ۱۰/۰۰ | ۱۰/۰۸ | ۱۰/۰۱ | ۹/۹۲ | ۹/۹۳ | ۱۰/۰۲ | ۱۰/۰۳ | ۱۰/۰۰ | C |

۵۰- برای اندازه‌گیری گشتاور خروجی یک موتور هیدرولیک باید از سنسور گشتاور با رنج 20 N.m استفاده کنیم و دقت مورد نظر برای

اندازه‌گیری 0.1 N.m است. دو سنسور در اختیار داریم، سنسور A با رنج 50 N.m و دقت 0.12% و سنسور B با رنج 50 N.m و دقت 0.2%

درصد FSO. از کدام سنسور باید استفاده کنیم؟ چرا؟

۵۱- برای ایجاد حرکت طولی از یک موتور دورانی و چرخنده متصل به آن با قطر دایره گام 80 میلی‌متر استفاده شده است به طوری که بر روی

یک چرخنده دنده شانه‌ای حرکت می‌کند. می‌خواهیم دقت حرکت طولی 0.1 mm باشد و برای این کار یک سنسور زاویه (مثلا شفت

انکودر) به موتور متصل نموده‌ایم. حد تفکیک (رزولوشن) این سنسور چقدر باید باشد؟

۵۲- با دو روش با استفاده از خازن سنسور موقعیت ساخته و رابطه موقعیت با ظرفیت خازن را بنویسید.

۵۳- دبی و ویسکوزیته چیست و برای اندازه‌گیری هر کدام یک روش پیشنهاد دهید.

۵۴- دو استرین گیج‌های با مقاومت اولیه 120 اهم و $G=1.8$ به همراه دو مقاومت 110 اهمی در پل استفاده شده است. الف) اگر منبع تغذیه 5 ولتی باشد به

ازای کرنش 350 میکرومتر بر متر ($\mu\text{m/m}$) چه ولتاژی دو سر پل خواهد بود؟ اگر بخواهیم کرنش را با دقت $1 \mu\text{m/m}$ اندازه‌گیری کنیم به چه A/D

نیاز خواهیم داشت؟

۵۵- چهار تفاوت برای دستگاه صفر و دستگاه انحرافی (Null و Deflection) ذکر نمایید و از هر کدام دو نمونه نام ببرید. (۱/۵ نمره)

۵۶- نمونه برداری چیست و چرا حداقل فرکانس نمونه برداری باید ۲ برابر فرکانس ورودی باشد؟ (۱ نمره)

۵۷- یک سنسور دما دارای خروجی های زیر است:

۲۵ درجه = ۰/۲۵ ولت، ۳۰ درجه = ۰/۳۵ ولت، ۴۵ درجه = ۰/۴ ولت، ۷۰ درجه = ۰/۸۵ ولت، ۹۰ درجه = ۰/۹ ولت

الف) خروجی سنسور در دمای ۳۵ درجه چقدر است؟ (۰/۵ نمره) ب) اگر به روش یافتن میانه‌ی بالا و پایین، نمودار خروجی را خطی کنیم، آنگاه خروجی خطی شده‌ی دما در دمای ۳۵ درجه چقدر پیشبینی می‌شود؟ (۰/۵ نمره)

۵۸- تفاوت خروجی RTD، ترمیستور و ترموکوپل را شرح دهید؟ کدام خطی‌ترند؟ (۲ نمره)

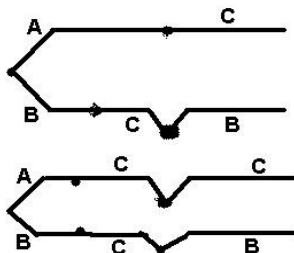
۵۹- الف) با استفاده از خازن دو روش برای اندازه‌گیری عمق سیال بیان نموده و رابطه‌ی ظرفیت خازن و عمق سیال را برای هر روش بنویسید. ب) برای یکی از روش‌ها از آشکار ساز پل استفاده نموده و رابطه‌ی ولتاژ خروجی و ارتفاع سیال را با استفاده از مدار پل بدست آورید. (۳ نمره)

۶۰- اینکودر مطلق چهار بیتی طراحی کنید که کمترین احتمال خطا را داشته باشد. (۲ نمره)

۶۱- چرا در اندازه‌گیری با استرین گیج از دو گیج افقی و عمودی استفاده می‌کنیم؟ اثبات نمایید. (۲ نمره)

۶۲- با استفاده از یک Linear CCD سه اینچی با رزولوشن 2500 pixel/inch چگونه می‌توان فاصله را به صورت نوری اندازه‌گیری نمود؟ حداکثر دقت اندازه‌گیری در رنج یک سانتی متر چقدر است؟ اثبات نمایید. (۲ نمره)

۶۳- خروجی دو ترموکوپل زیر چقدر است؟ شرح دهید. (۲ نمره)



دمای محیط ۲۵ درجه - دمای اتصال میانه در BC صفر درجه و دمای اتصال AB هزار درجه سانتیگراد. $E_{AB}=0.01 \text{ V/C}^\circ$, $E_{AC}=0.015 \text{ V/C}^\circ$, $E_{BC}=0.05 \text{ V/C}^\circ$

۶۴- چگونه در استفاده از استرین گیج اثر دما را خنثی می‌کنیم؟ اثبات نمایید. (۲ نمره)

۶۵- انواع خروجی حسگرهای پروکسیمیتی را بیان نموده و کاربردهای انواع نوری آنها را شرح دهید. (۲ نمره)

۶۶- ساختمان داخلی حسگرهای شتاب سنج به طور کلی چگونه کار میکنند و حسگر ADXL202 را تشریح نمایید. (۲ نمره)

۶۷- روش مثلث سازی (Triangulation) را برای اندازه‌گیری فاصله با لیزر را کاملا شرح دهید. (۲ نمره)

۶۸- از استرین گیج برای اندازه‌گیری کرنش خمشی در یک تیر دو سرگیردار استفاده شده است. اگر گیج فاکتور ۲ بوده و مقاومت اولیه ۳۵۰ اهم باشد.

الف) در مورد روش نصب استرین گیج‌ها برای از بین بردن اثر دما و رزولوشن حداکثری شرح دهید. (۱ نمره)

ب) در صورتی که استرین گیجها یکصدم درصد غیر خطی باشند و منبع تغذیه ۵ ولتی باشد، با استفاده از یک ADC دو بیتی رزولوشن اندازه‌گیری کرنش چقدر خواهد بود. (نیرو حداکثر برای اندازه‌گیری را ۱۰۰ نیوتون فرض کنید). (۱ نمره)

۶۹- از یک ترموکوپل J در دمای ۲۲۰ درجه و دمای مرجع صفر درجه استفاده شده است. ولتاژ خروجی آن را بدست آورده و در مورد ساختمان داخلی آن بحث نمایید. (۲ نمره)

TYPE J: IRON-CONSTANTAN

| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| -150 | -6.50 | -6.66 | -6.82 | -6.97 | -7.12 | -7.27 | -7.40 | -7.54 | -7.66 |
| -100 | -4.63 | -4.83 | -5.03 | -5.23 | -5.42 | -5.61 | -5.80 | -5.98 | -6.16 |
| -50 | -2.43 | -2.66 | -2.89 | -3.12 | -3.34 | -3.56 | -3.78 | -4.00 | -4.21 |
| -0 | 0.00 | -0.25 | -0.50 | -0.75 | -1.00 | -1.24 | -1.48 | -1.72 | -1.96 |
| +0 | 0.00 | 0.25 | 0.50 | 0.76 | 1.02 | 1.28 | 1.54 | 1.80 | 2.06 |
| 50 | 2.58 | 2.85 | 3.11 | 3.38 | 3.65 | 3.92 | 4.19 | 4.46 | 4.73 |

۷۰- در یک CNC از استپر موتور با حداکثر دور ۴۰۰ دور بر دقیقه و پیچ با گام ۸ استفاده شده است. اگر حداکثر فرکانس پالس قابل ارسال برای درایو از فرکانس 5KHZ باشد و درایو امکان کنترل موتور با ۴۰۰ / ۱۶۰۰ / ۳۲۰۰ / ۶۴۰۰ پالس در دور را داشته باشد، در مورد استفاده از این موتور برای دقت حرکتی ۰.۰۱ میلیمتر و سرعت جابجایی دو متر بر دقیقه برای این محور حرکتی بحث نمایید. (۲ نمره)

۷۱- عملکرد دستگاه بالانس لاستیک و حسگرهای به کار رفته در آن را شرح دهید. (۱ نمره)

۷۲- چگونه می‌توان فاصله‌ی شی تا دوربین را با دو دوربین اندازه‌گرفت به طوری که فاصله مراکز سنسورهای دو دوربین d و زاویه‌ی هر دو دوربین با خط فاصله‌ی آن‌ها α باشد. (۲ نمره)

۷۳- با توجه به قسمتی از اطلاعات داده شده از سنسور ADXL202 موارد خواسته شده را مشخص نمایید. (۴ نمره)
الف) در مورد sensitivity, Range, Linearity, Resolution, Zero bias, Precision بحث نمایید.
ب) در مورد انواع خروجی این سنسور و چگونگی آن بحث کنید.

FEATURES

2-Axis Acceleration Sensor on a Single IC Chip
Measures Static Acceleration as Well as Dynamic Acceleration
Duty Cycle Output with User Adjustable Period
Low Power <0.6 mA
Faster Response than Electrolytic, Mercury or Thermal Tilt Sensors
Bandwidth Adjustment with a Single Capacitor Per Axis
5 mg Resolution at 60 Hz Bandwidth
+3 V to +5.25 V Single Supply Operation
1000 g Shock Survival

APPLICATIONS

2-Axis Tilt Sensing
Computer Peripherals
Inertial Navigation
Seismic Monitoring
Vehicle Security Systems
Battery Powered Motion Sensing

GENERAL DESCRIPTION

The ADXL202/ADXL210 are low cost, low power, complete 2-axis accelerometers with a measurement range of either $\pm 2 g/\pm 10 g$. The ADXL202/ADXL210 can measure both dynamic acceleration (e.g., vibration) and static acceleration (e.g., gravity).

The outputs are digital signals whose duty cycles (ratio of pulse-width to period) are proportional to the acceleration in each of the 2 sensitive axes. These outputs may be measured directly with a microprocessor counter, requiring no A/D converter or glue logic. The output period is adjustable from 0.5 ms to 10 ms via a single resistor (R_{SET}). If a voltage output is desired, a voltage output proportional to acceleration is available from the X_{FILT} and Y_{FILT} pins, or may be reconstructed by filtering the duty cycle outputs.

The bandwidth of the ADXL202/ADXL210 may be set from 0.01 Hz to 5 kHz via capacitors C_X and C_Y . The typical noise floor is $500 \mu g/\sqrt{Hz}$ allowing signals below 5 mg to be resolved for bandwidths below 60 Hz.

The ADXL202/ADXL210 is available in a hermetic 14-lead Surface Mount CERPAK, specified over the $0^\circ C$ to $+70^\circ C$ commercial or $-40^\circ C$ to $+85^\circ C$ industrial temperature range.

| Parameter | Conditions | ADXL202/JQC/AQC | | | ADXL210/JQC/AQC | | | Units |
|---|---------------------------------|-----------------|------------|-----|-----------------|------------|-----|---------|
| | | Min | Typ | Max | Min | Typ | Max | |
| SENSOR INPUT | Each Axis | | | | | | | |
| Measurement Range ¹ | | ± 1.5 | ± 2 | | ± 8 | ± 10 | | g |
| Nonlinearity | Best Fit Straight Line | | 0.2 | | | 0.2 | | % of FS |
| Alignment Error ² | | | ± 1 | | | ± 1 | | Degrees |
| Alignment Error | X Sensor to Y Sensor | | ± 0.01 | | | ± 0.01 | | Degrees |
| Transverse Sensitivity ³ | | | ± 2 | | | ± 2 | | % |
| SENSITIVITY | Each Axis | | | | | | | |
| Duty Cycle per g | T1/T2 @ +25°C | 10 | 12.5 | 15 | 3.2 | 4.0 | 4.8 | %/g |
| Sensitivity, Analog Output | At Pins X_{FILT} , Y_{FILT} | | 312 | | | 100 | | mV/g |
| Temperature Drift ⁴ | Δ from +25°C | | ± 0.5 | | | ± 0.5 | | % Rdg |
| ZERO g BIAS LEVEL | Each Axis | | | | | | | |
| 0 g Duty Cycle | T1/T2 | 25 | 50 | 75 | 42 | 50 | 58 | % |
| Initial Offset | | | ± 2 | | | ± 2 | | g |
| 0 g Duty Cycle vs. Supply | | | 1.0 | 4.0 | | 1.0 | 4.0 | %/V |
| 0 g Offset vs. Temperature ⁴ | Δ from +25°C | | 2.0 | | | 2.0 | | mg/°C |

