



آزمایشگاه ابزار دقیق

• گزارش کار آزمایش ها •

- | | |
|----------------------------------|--|
| آزمایش ۱۰ : سنسور خازنی | آزمایش ۱ : سنسورهای صنعتی |
| آزمایش ۱۱ : سنسور ترمیستور | آزمایش ۲ : ماژول PLC |
| آزمایش ۱۲ : سنسور RTD | آزمایش ۳ : شبیه ساز فرآیند |
| آزمایش ۱۳ : سنسور کرنش سنج | آزمایش ۴ : اینورتر |
| آزمایش ۱۴ : سنسور القایی | آزمایش ۵ : پنوماتیک |
| آزمایش ۱۵ : سنسور LVDT | آزمایش ۶ : الکتروپنوماتیک |
| آزمایش ۱۶ : کالیبراسیون شتاب سنج | آزمایش ۷ : کنترل الکتروپنوماتیک با PLC |
| آزمایش ۱۷ : کالیبراسیون ژيروسکوپ | آزمایش ۸ : سنسور مقاومت متغیر |
| | آزمایش ۹ : سنسور ترموکوپل |



نسخه پاییز ۱۳۹۸ ویرایش اول
دانشکده مهندسی برق - گروه کنترل

این صفحه به عمد سفید رها شده است!

① سنسورهای صنعتی

اعضای گروه:

تاریخ انجام آزمایش:

شماره گروه: کلاس:

این قسمت توسط مسئول آزمایشگاه
تکمیل می‌شود.

تاریخ تحویل:

میزان تأخیر:

نمره:

دانشکده مهندسی برق - گروه کنترل

گزارش کار آزمایشگاه ابزار دقیق - نسخه پاییز ۱۳۹۸ ویرایش اول

۱-۱- سنسور مجاورتی سلفی

۱-۱-۱) دست خود را مقابل آن قرار دهید؛ چه اتفاقی می‌افتد؟ چرا؟

۱-۱-۲) یک قطعه فلز مقابل آن قرار دهید؛ چه اتفاقی می‌افتد؟ علت را توضیح دهید؟

۱-۱-۳) قطعه فلزی را تا حدی پایین بیاورید که سنسور قطع کند؛ حد فاصله سوئیچ کردن سنسور را اندازه بگیرید.

۱-۱-۴) خروجی سنسور از چه نوعی است؟ (NPN, PNP)

۱-۲- سنسور مجاورتی خازنی

۱-۲-۱) قطعاتی از جنس‌های مختلف مانند پارچه، شیشه، کاغذ و ... را مقابل آن قرار داده و حساسیت آن را بررسی کرده و شرح دهید.

۱-۲-۲) حد فاصله سوئیچ کردن آن را به دست آورید.

۱-۲-۳) خروجی سنسور از چه نوعی است؟

۱-۳- سنسور مجاورتی مغناطیسی

۱-۳-۱) این سنسور چه اجسامی را حس می‌کند؟

۱-۳-۲) حد فاصله سوئیچ کردن آن را به اندازه بگیرید.

۱-۳-۳) خروجی این سنسور از چه نوعی است؟

۱-۴- سنسور مجاورتی نوری

۱-۴-۱) این سنسور نسبت به چه اجسامی حساس است؟

۱-۴-۲) حد فاصله سوئیچ کردن آن را به دست آورید.

۱-۴-۳) خروجی سنسور از چه نوعی است؟

۱-۴-۴) نحوه عملکرد آن را توضیح دهید.

۱-۵- سنسور فیبر نوری

۱-۵-۱) بار را به پایه black وصل نمایید؛ نحوه عملکرد چگونه است؟

۱-۵-۲) حال بار را به پایه white وصل کنید؛ خروجی چه تغییری می کند؟

۱-۵-۳) این سنسور به چه اجسامی حساس است؟

۱-۵-۴) حد فاصله سوئیچ کردن سنسور را به دست آورید.

۱-۶- خط کش اهمی

۱-۶-۱) به ازای چه مقدار جابجایی مولتی متر ۷ ولت را نشان می دهد؟

۱-۶-۲) دقت اندازه گیری نمایشگر چقدر است؟

۱-۶-۳) رنج اندازه گیری چقدر است؟

۱-۶-۴) حال با جابجایی خط کش تعیین کنید خروجی های ۱ و ۲ و ۳ به ازای چه مقدار جابجایی فعال می شوند.

۱-۶-۵) کنترلر را طوری تنظیم کنید که خروجی های ۱ و ۲ و ۳ به ترتیب در ۱ و ۵ و ۸ ولت فعال شوند. نحوه تنظیم را توضیح دهید.

این قسمت توسط مسئول آزمایشگاه تکمیل می‌شود. <hr/> تاریخ تحویل: میزان تأخیر: نمره:	PLC ②	AT-CA303 مجموعه
	اعضای گروه:	
	تاریخ انجام آزمایش:	
	شماره گروه: کلاس:	
گزارش کار آزمایشگاه ابزار دقیق - نسخه پاییز ۱۳۹۸ ویرایش اول دانشکده مهندسی برق - گروه کنترل		

۱-۲- مفاهیم اولیه

۱-۱-۲) به جای کنتاکت normally open به ترتیب از کنتاکت‌های not, normally close استفاده کنید و نحوه عملکرد هر یک را توضیح دهید.

۲-۱-۲) به ورودی‌های ۱ و ۲ سیگنال دهید و حالت خروجی ۱ را بررسی نمایید. نحوه عملکرد برنامه را توضیح دهید.

۳-۱-۲) به جای فلیپ فلاپ RS از فلیپ فلاپ SR استفاده کنید و تفاوت را بررسی نمایید.

۴-۱-۲) نحوه عملکرد برنامه (۴-۱-ج) را توضیح دهید.

۲-۲- موتور سه فاز

۱-۲-۲) شستی استارت را بفشارید و نحوه عملکرد برنامه را توضیح دهید.

۲-۲-۲) کلید استارت را یک لحظه فشار داده و قطع کنید. چه اتفاقی می‌افتد؟

۳-۲-۲) سوییچ مربوط به استاپ را فشار دهید. نحوه عملکرد را توضیح دهید.

۴-۲-۲) لامپ خروجی ۲ نشان دهنده چه چیزی است؟

۲-۲-۵) با فشردن شستی استارت راستگرد و چپگرد به طور جداگانه نحوه عملکرد را توضیح دهید.

۲-۲-۶) نحوه عملکرد برنامه را توضیح دهید و با برنامه قبل مقایسه نمایید.

شبه ساز فرآیند ۳

اعضای گروه:

تاریخ انجام آزمایش:

شماره گروه: کلاس:

این قسمت توسط مسئول آزمایشگاه
تکمیل می شود.

تاریخ تحویل:

میزان تأخیر:

نمره:

گزارش کار آزمایشگاه ابزار دقیق - نسخه پاییز ۱۳۹۸ ویرایش اول

دانشکده مهندسی برق - گروه کنترل

۳-۱- فرآیند کنترل سطح

۳-۱-۱) نحوه عملکرد برنامه را توضیح دهید.

اعضای گروه:

تاریخ انجام آزمایش:

شماره گروه: کلاس:

این قسمت توسط مسئول آزمایشگاه
تکمیل می‌شود.

تاریخ تحویل:

میزان تأخیر:

نمره:

دانشکده مهندسی برق - گروه کنترل

گزارش کار آزمایشگاه ابزار دقیق - نسخه پاییز ۱۳۹۸ ویرایش اول

۴-۱-۱ اینورتر

۴-۱-۱) فیش‌های u, v, w روی اینورتر را به u_1, v_1, w_1 روی موتور وصل کنید و v_2 را به u_2 و u_2 را به w_2 وصل کنید. حال دکمه RUN را فشار دهید. چه اتفاقی می‌افتد؟

۴-۱-۲) دو اتصال موتور را با هم جابجا کنید. چه اتفاقی می‌افتد؟

۴-۱-۳) تنظیمات پارامترهای اینورتر را به حالت تنظیم کارخانه در فرکانس ۵۰ هرتز قرار دهید. نحوه کار را شرح دهید.

۴-۱-۴) با استفاده از انکودر روی موتور و پالس‌متر سرعت و دور موتور را در فرکانس‌های ۵ هرتز، ۱۵ هرتز و ۲۵ هرتز اندازه‌گیری نمایید.

۴-۱-۵) با استفاده از تنظیمات گروه ۰۰-۰۴، جریان خروجی، ولتاژ خروجی، ضریب توان، توان خروجی و گشتاور خروجی موتور را در دو فرکانس متفاوت اندازه‌گیری نمایید.

۴-۱-۶) تنظیمات گروه ۰۰-۰۶ را طوری انجام دهید که مقادیر U و H ، ۱۰۰ برابر مقدار اصلی‌شان نمایش داده شوند؟ کاربرد آن را توضیح دهید.

۴-۱-۷) تنظیمات ۰۱-۰۰ تا ۰۱-۰۸ را طوری انجام دهید که منحنی V/F خواسته شده به دست آید. نحوه عملکرد را توضیح دهید.

۴-۱-۸) در تنظیمات ۰۱-۱۵ شتابگیری و کاهش شتاب را به صورت خطی و اتوماتیک نمایید و تفاوت را بررسی کنید.

۴-۱-۹) تنظیمات ۰۱-۱۶ و ۰۱-۱۷ شتاب گیری و کاهش شتاب را به چه صورتی تغییر می دهد؟ نمودار آن را رسم کنید.

۴-۱-۱۰) با تنظیم ۰۲-۰۵ مود کاری موتور را اول به صورت ۲ سیمه و سپس به صورت ۳ سیمه قرار دهید و نحوه عملکرد هریک را توضیح دهید. (نحوه سیم بندی در پیوست آمده است.) برای کار در این مد حتماً باید مد ۰۲-۰۱ روی ۰۱ یا ۰۲ تنظیم گردد. چرا؟

۴-۱-۱۱) فرمان jog به چه منظوری تعبیه شده است؟

این قسمت توسط مسئول آزمایشگاه تکمیل می‌شود. تاریخ تحویل: میزان تأخیر: نمره:	پنوماتیک ⑤	مجموعه RT770
	اعضای گروه:	
	تاریخ انجام آزمایش:	
	شماره گروه: کلاس:	
گزارش کار آزمایشگاه ابزار دقیق - نسخه پاییز ۱۳۹۸ ویرایش اول		
دانشکده مهندسی برق - گروه کنترل		

۵-۱- کنترل مستقیم و غیرمستقیم Single-acting cylinder از طریق شیرهای فنردار

۵-۱-۱) کلید Mushroom را وصل کرده و شیر ۳/۲ را فشار دهید. پس از چند ثانیه شیر ۳/۲ را آزاد کنید. نحوه عملکرد مدار را توضیح دهید.

۵-۱-۲) سیلندر در ابتدا چه حالتی دارد؟

۵-۱-۳) با تغییر فشار هوا تغییرات سرعت حرکت پیستون را هنگام رفت و برگشت بررسی نمایید.

۵-۱-۴) آیا با تغییر دادن اتصالات پنوماتیکی می‌توان مدار را به گونه‌ای طراحی نمود که در ابتدا با فشردن کلید Mushroom سیلندر باز شده و با فشار دادن شیر ۳/۲ سیلندر بسته شود؟ (به عبارت دیگر آیا می‌توان شیر ۳/۲ را به صورت NC در مدار استفاده کرد؟)

۵-۱-۵) کلید Mushroom را وصل کرده و شیر ۳/۲ را فشار دهید. پس از چند ثانیه شیر ۳/۲ را آزاد کنید؛ نحوه عملکرد مدار را توضیح دهید.

۵-۱-۶) سیلندر در ابتدا چه حالتی دارد؟

۵-۱-۷) هنگام بسته شدن سیلندر، هوای بازگشتی از کجا خارج می‌شود؟

۵-۱-۸) آیا می‌توان اتصالات مدار را به گونه‌ای تغییر داد که در ابتدا با فشردن کلید Mushroom سیلندر باز شده و با فشار دادن شیر ۳/۲ سیلندر بسته شود؟

۵-۱-۹) چه زمانی از کنترل غیرمستقیم استفاده می‌شود؟

۵-۲- کنترل غیرمستقیم Double-acting cylinder با استفاده از شیرهای فنردار

۵-۲-۱) تفاوت‌های Double-acting cylinder با Single-acting cylinder در چیست؟

۵-۲-۲) آیا با تغییر دادن اتصالات پنوماتیکی می‌توان مدار را به گونه‌ای طراحی نمود که در ابتدا با فشردن کلید Mushroom سیلندر باز شده و با فشار دادن شیر ۵/۲ سیلندر بسته شود؟ (به عبارت دیگر آیا می‌توان شیر ۵/۲ را به صورت NC در مدار استفاده کرد؟)

۵-۳- بررسی عملکرد Non-return throttle valve

۵-۳-۱) پیچ تنظیم هر کدام از Non-return throttle valve را روی مقادیر مختلف تنظیم کنید و تأثیر هر کدام از آن‌ها را بر روی سرعت باز و بسته شدن سیلندرها بررسی نمایید.

۵-۳-۲) جهت آشنایی با عملکرد Non-return throttle valve در هر دو جهت اتصال مستقیم و اتصال معکوس، هر یک از حالت‌های زیر را بسته و عملکرد آن را بررسی نمایید. الف) شیر A را حذف کرده و شیر B را معکوس کنید. ب) شیر B را حذف کرده و شیر A را معکوس کنید. ج) شیرهای A و B را معکوس کنید.

۳-۳-۵) مداری برای تنظیم سرعت Single-acting cylinder با استفاده از Non-return throttle valve طراحی کنید. آیا با استفاده از Non-return throttle valve می‌توان سرعت Single-acting cylinder را در دو جهت کنترل کرد؟

۴-۵- بررسی نحوه عملکرد Quick ventilation valve

۴-۵-۱) با فشار دادن ترتیبی شیرهای ۳/۲ سمت چپ و سمت راست، سرعت باز و بسته شدن دو سیلندر را با یکدیگر مقایسه کنید.

۴-۵-۲) Quick ventilation valve را به لوله سمت راست متصل به سیلندر ۱،۰ وصل کنید و سرعت باز و بسته شدن دو سیلندر را با یکدیگر مقایسه کنید.

۵-۵- بررسی نحوه عملکرد twin-pressure valve و shuttle valve

۵-۵-۱) با قطع و وصل کردن شیرهای ۳/۲ موجود نحوه عملکرد مدار را توضیح دهید.

۵-۵-۲) کلید ۱،۷ را وصل کنید و نحوه عملکرد مدار را توضیح دهید.

۵-۵-۳) کلید ۱،۵ چه نقشی در مدار دارد؟

۵-۵-۴) کلید ۱،۴ چه نقشی در مدار دارد؟

۵-۵-۵) در صورتی که کلید ۱,۵ را کمی عقب‌تر از حالت نهایی پیستون ببریم، چه اتفاقی می‌افتد؟

۵-۵-۶) اتصالات مدار را به گونه‌ای تغییر دهید که عملکرد مدار تغییر نکند ولی نیازی به استفاده از گیت AND در مدار نباشد.

این قسمت توسط مسئول آزمایشگاه تکمیل می‌شود.	۶ الکتروپنوماتیک		مجموعه RT770
	اعضای گروه:		
	تاریخ انجام آزمایش:		
	شماره گروه:	کلاس:	
تاریخ تحویل: میزان تأخیر: نمره:	گزارش کار آزمایشگاه ابزار دقیق - نسخه پاییز ۱۳۹۸ ویرایش اول دانشکده مهندسی برق - گروه کنترل		

۶-۱- کنترل سیلندرها با استفاده از Solenoid valve

۶-۱-۱) کلید S1 را فشار دهید و بعد از چند ثانیه آن را رها کنید. نحوه عملکرد مدار را توضیح دهید.

۶-۱-۲) کدامیک از اجزای مدار ارتباط میان اجرای الکتریکی و پنوماتیکی را برقرار می‌کند؟

۶-۱-۳) کلید S1 را به صورت NC به کار برده و نحوه عملکرد مدار را توضیح دهید.

۶-۱-۴) کلید S1 را فشار دهید و بعد از چند ثانیه آن را رها کنید. نحوه عملکرد مدار را توضیح دهید.

۶-۱-۵) کلید S1 را به صورت NC به کار برده و نحوه عملکرد مدار را توضیح دهید.

۶-۱-۶) آیا می‌توان 5/2-way solenoid valve, spring return را به صورت NC در مدار به کار برد؟ (به عبارت دیگر آیا می‌توان اتصالات مدار ۱-۲-ب-A را بدون تغییر دادن کلید NO به گونه‌ای تغییر داد که سیلندر در حالت ابتدایی بدون فشار کلید باز شود؟)

۶-۱-۷) ابتدا کلید S1 را فشار دهید و بعد از چند ثانیه آن را رها کنید. اکنون کلید S2 را فشار دهید و بعد از چند ثانیه آن را رها کنید. این عمل را متناوباً تکرار کنید. نحوه عملکرد مدار را توضیح دهید.

۶-۱-۸) کلید S1 را فشار دهید و بدون رها کردن آن کلید S2 را نیز فشار دهید. چه اتفاقی می‌افتد؟

۶-۱-۹) فرق شیرهای پالسی پنوماتیکی با شیرهای سلنوئید پالسی در چیست؟

۶-۲-۲) ساختن گیت‌های AND و OR با استفاده از قطعات الکتروپنوماتیکی

۶-۲-۱) با قطع و وصل کردن کلیدهای S1 و S2 نحوه عملکرد مدار را توضیح دهید.

۶-۲-۲) با تشکیل یک جدول منطقی، بیان کنید عملکرد کلیدهای S1 و S2 مشابه کدامیک از گیت‌های منطقی می‌باشد؟

۶-۲-۳) با قطع و وصل کردن کلیدهای S1 و S2 نحوه عملکرد مدار را توضیح دهید.

۶-۲-۴) با تشکیل یک جدول منطقی، بیان کنید عملکرد کلیدهای S1 و S2 مشابه کدامیک از گیت‌های منطقی می‌باشد؟

۶-۳-۳) بررسی نحوه عملکرد Relay board

۶-۳-۱) با فشردن کلیدهای S1 و S2 نحوه عملکرد مدار را توضیح دهید.

۶-۳-۲) با استفاده از دو Limit switch و Relay board ها و Double-acting cylinder یک گیت AND طراحی کنید به نحوی که با فشار هر دو Limit switch سیلندر باز شود و تا زمانی که هر دو Limit switch وصل می‌باشد، سیلندر نیز باز بماند.

۳-۳-۶ با استفاده از دو Limit switch و Relay board ها و Double-acting cylinder یک گیت OR طراحی کنید به نحوی که با فشار حداقل یکی از Limit switch ها سیلندر باز شود و تازمانی که هر دو Limit switch رها نشده، سیلندر باز بماند.

۴-۶- چگونگی ساختن مدارات Self-holding

۴-۶-۱) کلید S1 را برای لحظه‌ای فشرده و سپس آن رها کنید. عملکرد مدار را توضیح دهید.

۴-۶-۲) حال کلید S2 را برای لحظه‌ای فشار داده و سپس آن را رها کنید. عملکرد مدار را توضیح دهید.

۴-۶-۳) حال دو کلید را با هم فشار دهید؛ چه اتفاقی می‌افتد؟

۴-۶-۴) کلید S1 را برای لحظه‌ای فشرده و سپس آن را رها کنید. عملکرد مدار را توضیح دهید.

۴-۶-۵) حال کلید S2 را برای لحظه‌ای فشرده و سپس آن را رها کنید. عملکرد مدار را توضیح دهید.

۶-۴-۶) حال دو کلید را با هم فشار دهید. چه اتفاقی می‌افتد؟

۶-۴-۷) اتصالات مدار را به نحوی تغییر دهید که هر دو کلید S1 و S2 را به صورت NO باشند ولی عملکرد مدار تغییر نکند. (یعنی با دادن پالس کوتاهی به کلید S1 سیلندر باز شود و با دادن پالس کوتاهی به کلید S2 سیلندر بسته شود)

۶-۴-۸) مدار را به گونه‌ای تغییر دهید که با دادن پالس کوتاهی به کلید S1 سیلندر باز شود و وقتی که سیلندر به حالت نهایی خود می‌رسد به صورت اتوماتیک بسته شود.

۷ کنترل مدارهای الکتروپنوماتیک با PLC

اعضای گروه:

تاریخ انجام آزمایش:

شماره گروه: کلاس:

این قسمت توسط مسئول آزمایشگاه تکمیل می‌شود.

تاریخ تحویل:

میزان تأخیر:

نمره:

گزارش کار آزمایشگاه ابزار دقیق - نسخه پاییز ۱۳۹۸ ویرایش اول

دانشکده مهندسی برق - گروه کنترل

۷-۱- کنترل سیلندر با استفاده از PLC

۷-۱-۱) کلید S1 را فشار دهید و بعد از چند ثانیه آن را رها کنید. نحوه عملکرد مدار را توضیح دهید.

۷-۱-۲) نحوه عملکرد برنامه را توضیح دهید.

۷-۱-۳) برنامه‌ای بنویسید که با فشردن یک کلید، دو سیلندر باز شود و با رها کردن آن دو سیلندر بسته شود. اتصالات الکتریکی و پنوماتیکی لازم را رسم کنید.

۷-۱-۴) با فشردن کلید S1 و رها کردن آن نحوه عملکرد مدار را توضیح دهید.

۷-۱-۵) کلید S2 (سیگنال ژنراتور B2) چه نقشی در مدار دارد؟

۷-۱-۶) نقش کنتاکت NO مربوط به Q0 در مدار چیست؟

۷-۱-۷) با اضافه کردن یک کلید دیگر به مدار کاری کنید که با فشردن همزمان دو کلید، سیلندر باز شود و با رها کردن آن‌ها سیلندر همچنان باز بماند و سیلندر بلافاصله بعد از باز شدن کامل، بسته شود؟

۷-۲- آشنایی با Sequence control طراحی شده با PLC

۷-۲-۱) اگر پالس کوتاهی به کلید S1 وارد شود نحوه عملکرد مدار چگونه خواهد بود؟

۷-۲-۲) با تغییرات نرم افزاری یا سخت افزاری، مدار و برنامه ای طراحی کنید که با تجهیزات موجود در آزمایشگاه بتوان عملکرد مشابهی را مشاهده نمود.

۷-۲-۳) کنتاکت I4 چه نقشی دارد؟

۷-۲-۴) چرا در برنامه مربوطه به جای استفاده از دستور OUT از دستور set و reset برای خروجی‌های Q0 و Q1 استفاده شده است؟

۷-۲-۵) دیاگرام فازی مربوط به کلیدها، شیرهای پالسی و سیلندرها را با رعایت همزمانی روی یک نمودار رسم کنید.

۶-۲-۷) با توجه به دیاگرام فازی آیا در این مدار مشکل overlap مشاهده می‌شود؟

۷-۲-۷) با همان مدار قبلی، پالس کوتاهی به کلید S1 وارد نموده و نحوه عملکرد مدار را توضیح دهید.

۸-۲-۷) نقش رله M0 در مدار مربوطه چیست؟

۹-۲-۷) دیاگرام فازی مربوط به کلیدها، شیرهای پالسی و سیلندرها و رله M0 را با رعایت همزمانی روی یک نمودار رسم کنید.

۱۰-۲-۷) با توجه به دیاگرام فازی آیا در این مدار مشکل overlap مشاهده می‌شود؟

۱۱-۲-۷) حال پالس کوتاهی به کلید S1 وارد نموده و بعد از یک دقیقه پالسی را به کلید S2 وارد کنید. نحوه عملکرد مدار را توضیح دهید.

۱۲-۲-۷) نقش رله‌های M1 و M0 در مدار مربوطه چیست؟

۱۳-۲-۷) در صورتی که کلیدهای S1 و S2 با هم فشرده شوند، چه اتفاقی می‌افتد؟

۱۴-۲-۷) چه فرقی در عملکرد برنامه‌های (۲-۷-ب) و (۲-۷-ج) وجود دارد؟

۱۵-۲-۷) پالس کوتاهی به کلید S1 وارد نموده و بعد از یک دقیقه پالسی را به کلید S2 وارد کنید. نحوه عملکرد مدار را توضیح دهید.

۱۶-۲-۷) پالس کوتاهی به کلید S1 وارد نموده و بعد از یک دقیقه پالسی را به کلید S2 وارد کنید. نحوه عملکرد مدار را توضیح دهید.

۱۷-۲-۷) اگر در هنگام اجرا شدن سیکل، کلید S2 فشرده شود، چه اتفاقی می‌افتد؟

۱۸-۲-۷) پالس کوتاهی را به کلید S1 وارد نموده و نحوه عملکرد مدار را توضیح دهید.

۱۹-۲-۷) اگر کلید S1 به صورت پیوسته فشرده شود، چه اتفاقی می‌افتد؟

⑧ سنسور مقاومت متغیر

اعضای گروه:

تاریخ انجام آزمایش:

شماره گروه: کلاس:

این قسمت توسط مسئول آزمایشگاه
تکمیل می‌شود.

تاریخ تحویل:

میزان تأخیر:

نمره:

دانشکده مهندسی برق - گروه کنترل

گزارش کار آزمایشگاه ابزار دقیق - نسخه پاییز ۱۳۹۸ ویرایش اول

جدول (۱) جدول نتایج آزمایش مقاومت متغیر

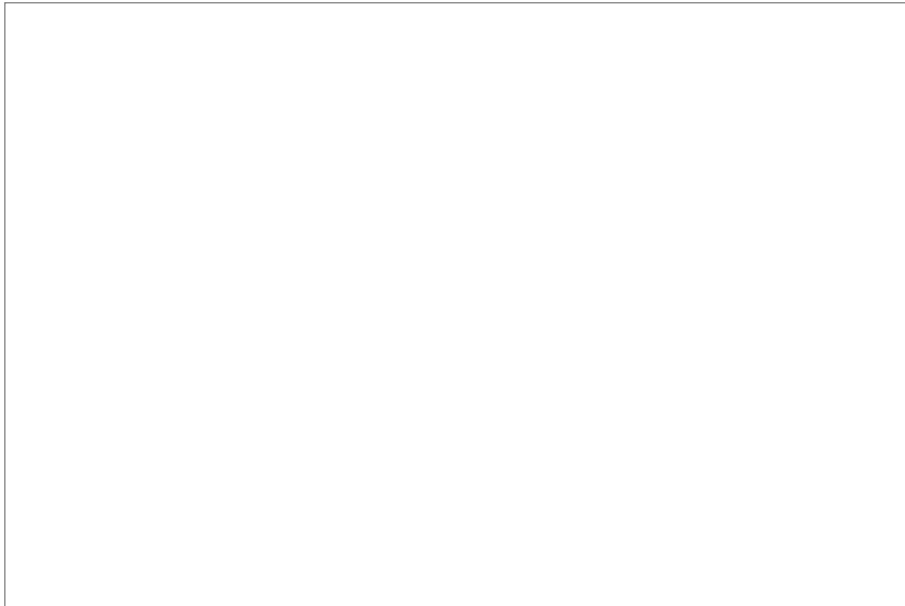
جایابی [mm]	۰	۵	۱۰	۱۵	۲۰	۲۵	۳۰	۳۵	۴۰	۴۵	۵۰	۵۵
ولتاژ [V]												

۸-۱) با توجه به نمودار میزان خطی بودن خروجی سنسور را مشخص نمایید.

۸-۲) نتیجه پرسش فوق را با توجه به تئوری آزمایش تحلیل نمایید.

۸-۳) با استفاده از ابزار برازش در نرم‌افزار متلب، چندجمله‌ای مناسب را روی نمودار حاصل برازش و بر روی داده‌ها رسم کرده و ضرایب چندجمله‌ای را به دست آورید.

نمودار ولتاژ بر حسب جابجایی و خط برازش شده



۸-۴) حساسیت اندازه گیری این مجموعه را به دست آورید.

⑨ سنسور ترموکوپل

اعضای گروه:

تاریخ انجام آزمایش:

شماره گروه: کلاس:

این قسمت توسط مسئول آزمایشگاه
تکمیل می‌شود.

تاریخ تحویل:

میزان تأخیر:

نمره:

دانشکده مهندسی برق - گروه کنترل

گزارش کار آزمایشگاه ابزار دقیق - نسخه پاییز ۱۳۹۸ ویرایش اول

جدول (۱) جدول نتایج آزمایش ترموکوپل

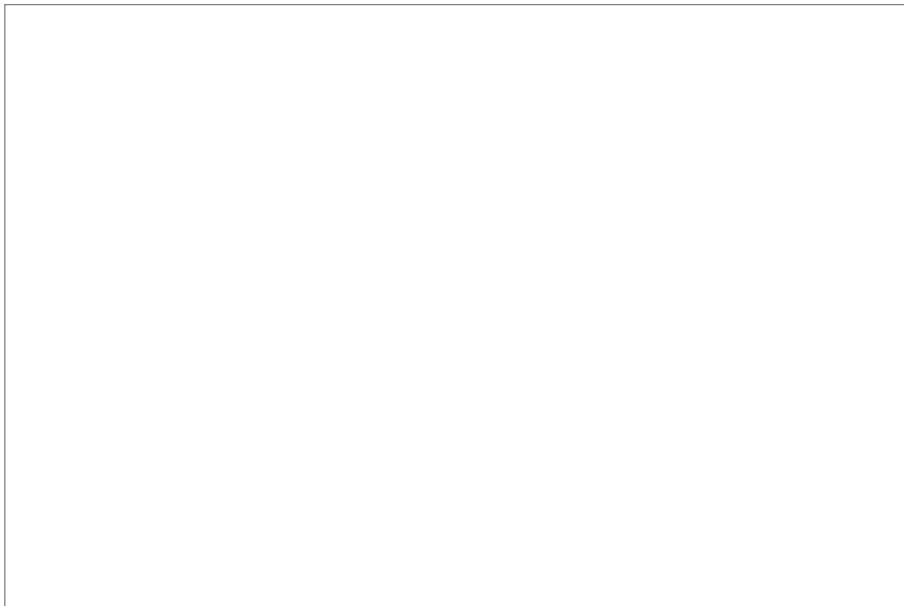
شماره شیار	ولت متر [V]	دمای تانک [°C]	دمای اتاق [°C]	اختلاف دما [°C]
بدون اتصال				
۲۰				
۱۸				
۱۶				
۱۴				
۱۲				
۱۰				
۸				
۶				
۴				

۹-۱) میزان خطی بودن خروجی سنسور را مشخص نمایید.

۹-۲) نتیجه پرسش فوق را با توجه به تئوری آزمایش تحلیل نمایید.

۹-۳) با استفاده از ابزار برازش در نرم‌افزار متلب، چندجمله‌ای مناسب را روی نمودار حاصل برازش کرده و ضرایب چندجمله‌ای را به دست آورید.

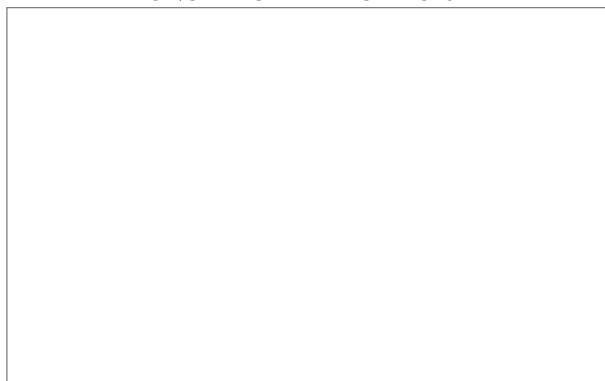
نمودار ولتاژ بر حسب اختلاف دما و خط برازش شده



۹-۴) حساسیت اندازه‌گیری این مجموعه را به دست آورید.

۹-۵) اهمیت جنس سیم ترموکوپل را با توجه به دو اثر ذکر شده در متن بیان کنید.

نمودار دما بر حسب شیارهای گرم‌کن



اعضای گروه:

تاریخ انجام آزمایش:

شماره گروه: کلاس:

این قسمت توسط مسئول آزمایشگاه
تکمیل می‌شود.

تاریخ تحویل:

میزان تأخیر:

نمره:

دانشکده مهندسی برق - گروه کنترل

گزارش کار آزمایشگاه ابزار دقیق - نسخه پاییز ۱۳۹۸ ویرایش اول

جدول (۱) جدول نتایج آزمایش سنسور خازنی سطح متغیر

جابجایی [mm]	۰	۵	۱۰	۱۵	۲۰	۲۵	۳۰	۳۵	۴۰	۴۵	۵۰
ولتاژ [V]											

جدول (۲) جدول نتایج آزمایش سنسور خازنی طول متغیر

جابجایی [mm]	۰	۰/۵	۱	۱/۵	۲	۲/۵	۳	۳/۵	۴	۴/۵
ولتاژ [V]										

نمودار ولتاژ بر حسب جابجایی برای سنسور سطح متغیر

نمودار ولتاژ بر حسب جابجایی برای سنسور طول متغیر

--	--

۱۰-۱) میزان خطی بودن خروجی سنسورها را تعیین کنید.

۱۰-۲) کدام یک از سنسورها خطی‌تر می‌باشد؟ دلیل آن را با توجه به مقدمه و ساختار سنسورها توجیه نمایید.

۱۰-۳) با استفاده از نرم افزار متلب، چند جمله‌ای مناسب را روی نمودارهای حاصل چسبانده و ضرائب چند جمله‌ای را بدست آورید.

۱۰-۴) حساسیت اندازه‌گیری این دو مجموعه را به دست آورید.

⑪ سنسور ترمیستور

اعضای گروه:

تاریخ انجام آزمایش:

شماره گروه: کلاس:

این قسمت توسط مسئول آزمایشگاه
تکمیل می‌شود.

تاریخ تحویل:

میزان تأخیر:

نمره:

دانشکده مهندسی برق - گروه کنترل

گزارش کار آزمایشگاه ابزار دقیق - نسخه پاییز ۱۳۹۸ ویرایش اول

جدول (۱) نتایج آزمایش ترمیستور

دما [°C]	۳۰	۴۰	۵۰	۶۰	۷۰	۸۰	۹۰	۱۰۰
ولتاژ [V]								

نمودار ولتاژ بر حسب دما و خط برازش شده



۱۱-۱) با توجه به نمودار، میزان خطی بودن خروجی سنسور را مشخص نمایید.

۱۱-۲) حساسیت اندازه‌گیری این سنسور را به دست آورید.

۱۱-۳) با استفاده نرم‌افزار متلب، چندجمله‌ای مناسب را روی نمودارهای حاصل چسبانده و ضرایب چندجمله‌ای را به دست آورید.

۱۱-۴) خطی بودن پاسخ چه اهمیتی دارد که پیوسته بر آن تأکید می‌شود؟

اعضای گروه:

تاریخ انجام آزمایش:

شماره گروه: کلاس:

این قسمت توسط مسئول آزمایشگاه
تکمیل می‌شود.

تاریخ تحویل:

میزان تأخیر:

نمره:

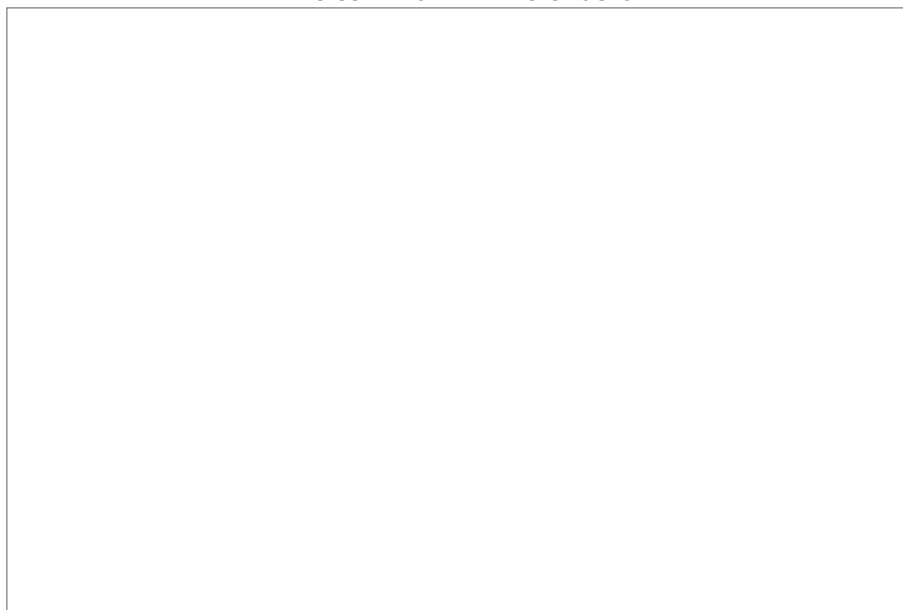
دانشکده مهندسی برق - گروه کنترل

گزارش کار آزمایشگاه ابزار دقیق - نسخه پاییز ۱۳۹۸ ویرایش اول

جدول (۱) نتایج آزمایش سنسور RTD

دما [°C]	۳۰	۴۰	۵۰	۶۰	۷۰	۸۰	۹۰	۱۰۰
ولتاژ [V]								

نمودار ولتاژ بر حسب دما و خط برازش شده



۱-۱۲) با توجه به نمودار، میزان خطی بودن خروجی سنسور را مشخص نمایید.

۱۲-۲) حساسیت اندازه‌گیری این سنسور را به دست آورید.

۱۲-۳) با استفاده نرم‌افزار متلب، چندجمله‌ای مناسب را روی نمودارهای حاصل چسبانده و ضرایب چندجمله‌ای را به دست آورید.

۱۲-۴) چه عاملی باعث می‌شود RTD به صورت مدار مذکور به کار گرفته شود؟

اعضای گروه:

تاریخ انجام آزمایش:

شماره گروه: کلاس:

این قسمت توسط مسئول آزمایشگاه
تکمیل می شود.

تاریخ تحویل:

میزان تأخیر:

نمره:

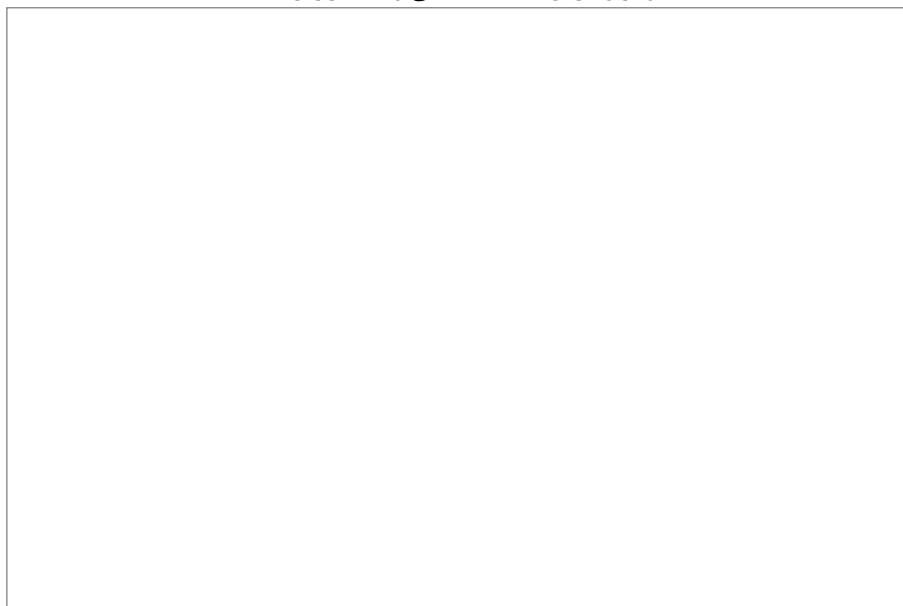
دانشکده مهندسی برق - گروه کنترل

گزارش کار آزمایشگاه ابزار دقیق - نسخه پاییز ۱۳۹۸ ویرایش اول

جدول (۱) جدول نتایج آزمایش سنسور کرنش سنج

جایابی [mm]	۲/۵	۳	۳/۵	۴	۴/۵	۵	۴/۵	۴	۳/۵	۳
ولتاژ [V]										
جایابی [mm]	۲/۵	۲	۱/۵	۱	۰/۵	۰	۰/۵	۱	۱/۵	۲
ولتاژ [V]										

نمودار ولتاژ بر حسب جایابی و خط برازش شده



۱۳-۱) با توجه به نمودار، میزان خطی بودن خروجی سنسور را تعیین کنید.

۱۳-۲) نمودار در کدام نقاط خطی‌تر است؟ دلیل آن را بیان کنید.

۱۳-۳) در باره هیستریزیس موجود در نمودار بحث نمایید. در کدام نقاط میزان هیستریزیس بیشتر است؟ دلیل آن را توجیه نمایید.

۱۳-۴) با استفاده نرم‌افزار متلب، چندجمله‌ای مناسب را روی نمودار حاصل برازش کرده و ضرایب چندجمله‌ای را به دست آورید.

۱۳-۵) حساسیت اندازه‌گیری این مجموعه را به دست آورید.

اعضای گروه:

تاریخ انجام آزمایش:

شماره گروه: کلاس:

این قسمت توسط مسئول آزمایشگاه
تکمیل می‌شود.

تاریخ تحویل:

میزان تأخیر:

نمره:

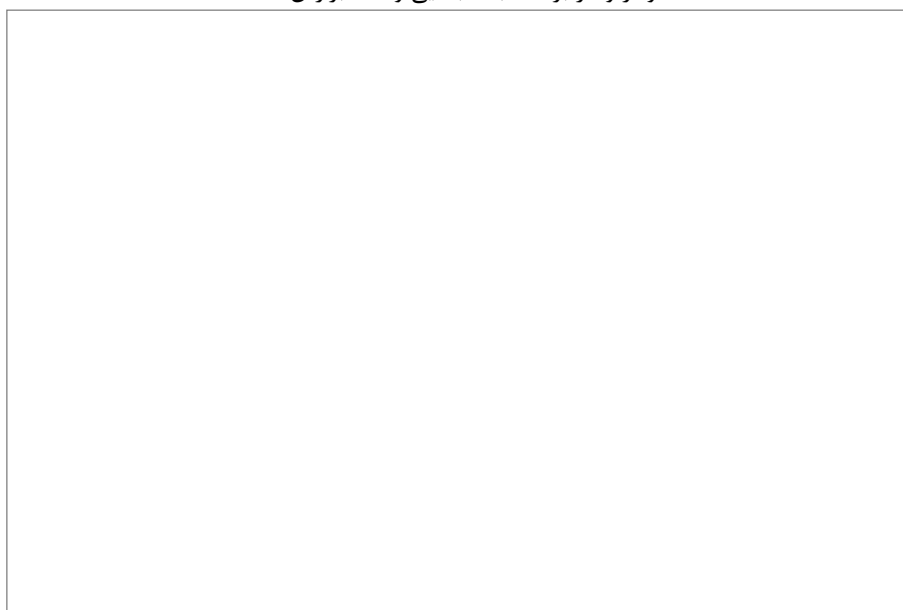
دانشکده مهندسی برق - گروه کنترل

گزارش کار آزمایشگاه ابزار دقیق - نسخه پاییز ۱۳۹۸ ویرایش اول

جدول (۱) جدول نتایج آزمایش سنسور القایی

جابجایی [mm]	۰	۵	۱۰	۱۵	۲۰	۲۵	۳۰	۳۵	۴۰	۴۵	۵۰
ولتاژ [V]											

نمودار ولتاژ بر حسب جابجایی و خط برازش شده



۱۴-۱) با توجه به نمودار، میزان خطی بودن خروجی سنسور را مشخص نمایید.

۱۴-۲) نحوه رفتار سنسور القایی را با توجه به تئوری آزمایش و عملکرد سنسور تحلیل نمایید.

۱۴-۳) با استفاده نرم افزار متلب، چند جمله ای مناسب را روی نمودار حاصل چسبانده و ضرایب چند جمله ای را به دست آورید.

۱۴-۴) حساسیت اندازه گیری این سنسور را به دست آورید.

اعضای گروه:

تاریخ انجام آزمایش:

شماره گروه: کلاس:

این قسمت توسط مسئول آزمایشگاه تکمیل می‌شود.

تاریخ تحویل:

میزان تأخیر:

نمره:

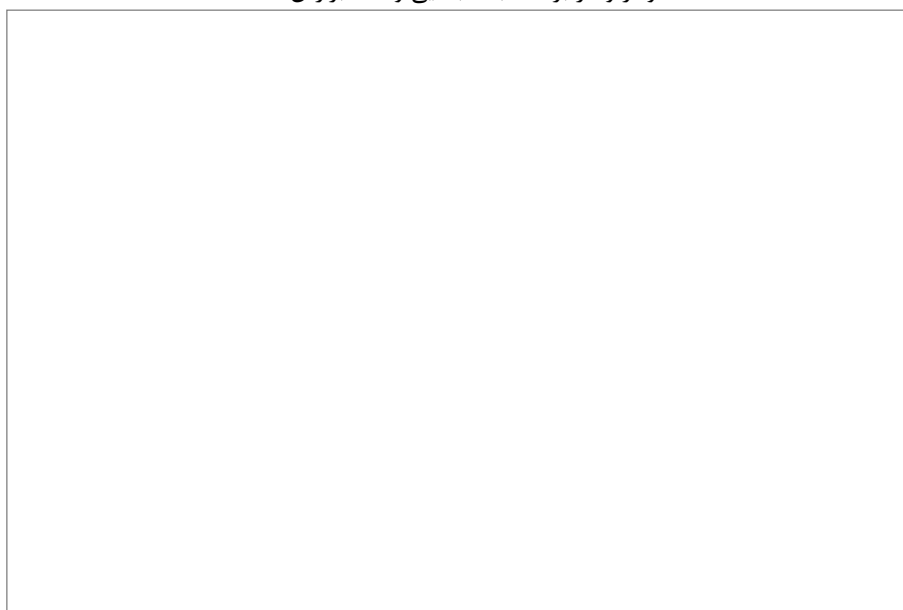
دانشکده مهندسی برق - گروه کنترل

گزارش کار آزمایشگاه ابزار دقیق - نسخه پاییز ۱۳۹۸ ویرایش اول

جدول (۱) جدول نتایج آزمایش سنسور LVDT

جابجایی [mm]	۰	۵	۱۰	۱۵	۲۰	۲۵	۳۰	۳۵	۴۰	۴۵	۵۰
ولتاژ [V]											

نمودار ولتاژ بر حسب جابجایی و خط برازش شده



۱۵-۱) با توجه به نمودار، میزان خطی بودن خروجی سنسور را مشخص نمایید.

۱۵-۲) نحوه رفتار سنسور را با توجه به تئوری آزمایش و عملکرد سنسور تحلیل نمایید.

۱۵-۳) با توجه به برد اصلی، در قسمت مدار یکسو ساز، سه عدد خازن وجود دارد که ما از خازن 100nf استفاده کردیم. با ذکر دلیل توضیح دهید که اگر از دو تای دیگر استفاده کنیم، چه تغییری در نتیجه مسئله حاصل خواهد شد؟

۱۵-۴) با استفاده نرم افزار متلب، چند جمله ای مناسب را روی نمودار حاصل چسبانده و ضرایب چند جمله ای را به دست آورید.

۱۵-۵) حساسیت اندازه گیری این سنسور را به دست آورید.

این قسمت توسط مسئول آزمایشگاه تکمیل می‌شود.	۱۶) کالیبراسیون شتاب‌سنج		مجموعه 3DOFT
	اعضای گروه:		
	تاریخ انجام آزمایش:		
	تاریخ تحویل:	شماره گروه:	
میزان تأخیر:			
نمره:			

گزارش کار آزمایشگاه ابزار دقیق - نسخه پاییز ۱۳۹۸ ویرایش اول
دانشکده مهندسی برق - گروه کنترل

۱۶-۱- دو وضعیتی

۱۶-۱-۱) چرا با قرارگیری محور حساس شتاب‌سنج در راستای بردار جاذبه زمین، مقدار ۱- یا g - (مقدار منفی) را نشان می‌دهد؟

۱۶-۱-۲) در شرایطی که نتوان سنسور را 180° درجه دوران داد و در دو وضعیت پیشنهادشده قرار داد، چه می‌توان کرد؟

۱۶-۱-۳) ریشه میانگین مربعات خطا (RMSE) اندازه‌گیری‌های سنسور را به دست آورید.

۱۶-۱-۴) ضرایب کالیبراسیون (ضریب مقیاس و بایاس) را برای اندازه‌گیری‌های انجام گرفته به دست آورید.

۱۶-۱-۵) اندازه‌گیری‌های سنسور را با استفاده از ضرایب به دست آورده کالیبره کرده و RMSE آن را با حالت قبل از کالیبراسیون مقایسه کنید.

۱۶-۲- برازش داده‌ها

جدول (۱) مقادیر حقیقی و اندازه‌گیری شده شتاب‌سنج

زاویه فراز (θ)	-۷۰	-۵۰	-۳۰	-۱۵	-۵	۰	۵	۱۵	۳۰	۵۰	۷۰
$\sin(\theta)$											
$E[\tilde{a}_x]$											

۱۶-۲-۱) نمودار میانگین اندازه‌گیری‌ها را نسبت به مقادیر حقیقی رسم کنید.

نمودار ورودی-خروجی سنسور و خط برازش شده



۱۶-۲-۲) خطی بر نمودار برازش کنید؛ معادله خط و خطای برازش را به دست آورید.

۱۶-۲-۳) با استفاده از خط برازش شده، ضرایب کالیبراسیون را بنویسید.

۱۶-۲-۴) RMSE قبل و بعد از کالیبراسیون را برای این آزمایش برای هر یک از وضعیت‌ها به‌طور جداگانه محاسبه و جدول زیر را کامل کنید؛ سپس نمودار RMSE قبل و بعد از کالیبراسیون را برحسب زاویه فراز روی یک نمودار رسم کنید.

جدول (۲) ریشه میانگین مربعات خطای آزمایش

زاویه فراز (θ)	-۷۰	-۵۰	-۳۰	-۱۵	-۵	۰	۵	۱۵	۳۰	۵۰	۷۰	میانگین RMSE
RMSE قبل از کالیبراسیون												
RMSE بعد از کالیبراسیون												

نمودار ریشه میانگین مربعات خطای آزمایش قبل و بعد از کالیبراسیون

۱۶-۳- شش وضعیتی

۱۶-۳-۱) برای انجام کالیبراسیون به روش حداقل مربعات، حداقل به چند وضعیت نیاز است؟

۱۶-۳-۲) برای وضعیت‌های داده‌شده در دستور کار، ماتریس‌های M و A را تشکیل داده و بنویسید. سپس شتاب‌سنج موجود در آزمایشگاه را به روش حداقل مربعات با این وضعیت‌ها کالیبره کرده و ضرایب را گزارش کنید.

۳-۳-۱۶ RMSE قبل و بعد کالیبراسیون را باهم مقایسه کنید.

اعضای گروه:

تاریخ انجام آزمایش:

شماره گروه: کلاس:

این قسمت توسط مسئول آزمایشگاه تکمیل می‌شود.

تاریخ تحویل:

میزان تأخیر:

نمره:

دانشکده مهندسی برق - گروه کنترل

گزارش کار آزمایشگاه ابزار دقیق - نسخه پاییز ۱۳۹۸ ویرایش اول

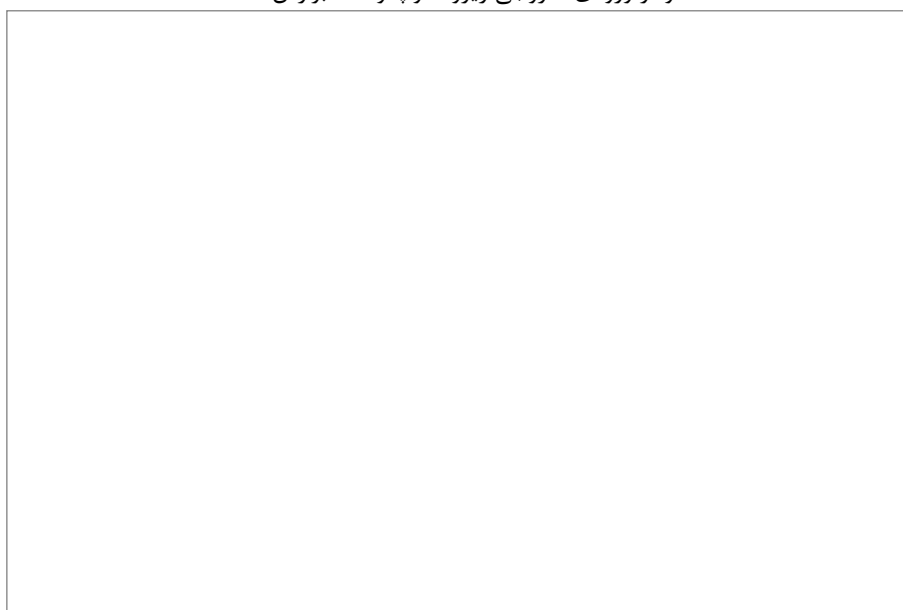
۱۷-۱- تک‌محوره

جدول (۱) جدول نتایج آزمایش

سرعت [rpm]	-۵۰	-۴۰	-۳۰	-۲۰	-۱۰	۰	۱۰	۲۰	۳۰	۴۰	۵۰
$E[\tilde{\omega}_z^{zu}]$											

۱۷-۱-۱) منحنی میانگین $E[\tilde{\omega}_z^{zu}]$ را برحسب سرعت دوران رسم کنید؛ سپس خطی بر داده‌ها برازش کرده و پارامترهای مدل را برای این سنسور محاسبه کنید.

نمودار ورودی-خروجی ژيروسکوپ و خط برازش شده



۱۷-۲) برای استخراج پارامترهای مدل $E[\tilde{\omega}] = (1+s)\omega + b_g a + b_f$ چه می‌توان کرد؟

۱۷-۳) اگر در حین دوران میز، IMU با فاصله d از مرکز دوران قرار گرفته باشد، چه تأثیری بر اندازه‌گیری سنسورها (ژیروسکوپ و شتاب‌سنج) دارد؟

۱۷-۲- شش وضعیتی

۱۷-۲-۱) روابط کالیبراسیون شش وضعیتی را برای ژيروسکوپ بازنویسی کنید.

۱۷-۲-۲) ژيروسکوپ موجود در آزمایشگاه را به روش حداقل مربعات شش وضعیتی با سرعت ۶۰rpm و زوایای مذکور در دستورکار کالیبره کنید. ضرایب کالیبراسیون به دست آمده را بنویسید.

۱۷-۲-۳) RMSE قبل و بعد کالیبراسیون را باهم مقایسه کنید.