

# مجموعه ابزار دقیق

## مقدمه

در این گزارش مشخصات مجموعه آزمایشگاهی ابزار دقیق به همراه ماژول‌های جانبی آن بررسی شده و برخی از آزمایش‌های قابل انجام بر روی دستگاه ارائه خواهد شد. لازم به ذکر است که شرکت کاوش انرژی پاسارگاد با استقبال از پیشنهادات اساتید محترم، آمادگی خود را برای انجام تغییرات احتمالی و ساخت ماژول‌های سفارشی بر اساس درخواست مشتریان، اعلام می‌دارد.

## مشخصات فنی

مجموعه ابزار دقیق شرکت کاپ، دارای دو دسته بورد ماژولار می‌باشد:

- ماژول‌های اصلی
- ماژول‌های جانبی

ماژول‌های اصلی شامل مدارات ضروری برای راه اندازی دستگاه و آموزش مباحث ابزار دقیق هستند در حالی که ماژول‌های جانبی بیشتر شامل سنسورها و تجهیزاتی هستند که بر اساس سلیقه مشتری انتخاب خواهند شد.

### ماژول‌های اصلی:

۱. منبع تغذیه

این ماژول وظیفه تولید ولتاژهای رگوله شده با حفاظت‌ها لازم مورد نیاز برای ماژول‌های دیگر را بر عهده دارد. ولتاژهای خروجی آن عبارتند از:  $+5V, \pm 12V, +24V$

۲. ترانسدیوسر و ترانس‌میتتر

در این ماژول، مدارات لازم برای پیاده سازی ترانسدیوسرها و ترانس‌میتترهای صنعتی پیاده سازی شده است.

- ترانس‌میتتر  $4-20\text{mA}$  دو سیمه و سه سیمه
- ترانس‌میتتر با خروجی  $0-20\text{mA}$
- ترانس‌میتتر با خروجی  $0-10V$
- پل وتسون (نیم پل و تمام پل)
- تقویت کننده دیفرانسیلی
- مبدل حسگرهای مقاومتی
- مبدل ولتاژ به جریان
- مبدل جریان به ولتاژ
- مبدل فرکانس به ولتاژ

### ۳. سیگنال کاندیشنر

این ماژول برای تغییر دامنه سیگنال‌ها، تغییر آفست و حذف نویزهای احتمالی استفاده می‌شود.

- تقویت کننده با بهره قابل تغییر تا حداکثر ۱۰۰۰
- مدار Zero-Span
- فیلتر پایین گذر باترورث

### ۴. ریزپردازنده

این ماژول دارای یک پردازنده AVR می‌باشد که برای راه اندازی برخی از سنسورها مورد نیاز است. پایه های کاربردی پردازنده مانند وقفه‌ها، تایمرها، پورت سریال و مبدل آنالوگ به دیجیتال در اختیار قرار گرفته است. سنسورهایی قابل راه اندازی توسط این ماژول عبارتند از:

- انکودر نوری
- فاصله سنج آلتراسونیک
- فاصله سنج مادون قرمز
- سنسور دمای دیجیتال

### ۵. واسط ارتباط با رایانه

این بورد به منظور ارتباط دو سوپه با رایانه در محیط MATLAB/Simulink طراحی شده و دارای یک ورودی و یک خروجی آنالوگ می‌باشد. سیگنال آنالوگ ورودی پس از نمونه برداری با نرخ ۱ KHz قابل مشاهده و پردازش در محیط Simulink خواهد بود. سیگنال آنالوگ خروجی نیز در محیط Simulink قابل کنترل می‌باشد. ارتباط این ماژول با رایانه توسط کابل USB می‌باشد. با استفاده از این ماژول می‌توان حلقه‌های کنترلی دیجیتال را نیز پیاده سازی نمود.

### ۶. تجهیزات حلقه بسته کنترل آنالوگ

این ماژول شرایط لازم برای پیاده سازی یک حلقه کنترل را فراهم می‌کند. تجهیزات این ماژول عبارتند از:

- تولید کننده سیگنال مرجع با شکل موج سینوسی، مربعی و مثلثی
- مقایسه کننده آنالوگ
- PID کنترلر
- Lead/Lag کنترلر

### ماژول های جانبی:

#### ۱. دما

در این ماژول تکنیک‌های اندازه‌گیری دما با استفاده از سنسورهای مختلف پیاده سازی و مقایسه می‌شود. به همین منظور از یک منبع تولید حرارت با دمای قابل کنترل استفاده شده است. تجهیزات این ماژول شامل موارد زیر می‌باشد:

- منبع تولید حرارت

- PT۱۰۰
- RTD
- NTC
- سنسور دمای دیجیتال
- ترموکوپل
- نمایشگر دما

## ۲. مایعات

با استفاده از این ماژول می‌توان اندازه‌گیری و کنترل سطح مایعات را انجام داد. در این ماژول از یک استوانهٔ مدرج به همراه شیر خروجی استفاده شده است. برای اندازه‌گیری سطح نیز از سنسور مغناطیسی و لول سوئیچ استفاده می‌شود.

- لول سوئیچ
- سنسور سطح سنج مغناطیسی
- استوانه مدرج به همراه شیر کنترلی
- مخزن آب

## ۳. رطوبت

در این ماژول رطوبت ایجاد شده توسط یک دستگاه بخور آب سرد، اندازه‌گیری و کنترل می‌شود.

- سنسور رطوبت دیجیتال
- سنسور رطوبت آنالوگ
- نمایشگر رطوبت
- مخزن بخور سرد

## ۴. حرکت دورانی

این مجموعه شامل یک موتور DC است که از یک طرف به انکودر روتاری نوری و از طرف دیگر به انکودر مطلق مغناطیسی متصل شده است. موتور DC با استفاده از یک درایور تمام پل به صورت خطی قابل کنترل است. سرعت و زاویهٔ دورانی در این دستگاه قابل اندازه‌گیری است. برای پیاده‌سازی کنترل نیز می‌توان از ماژول جانبی کنترل کننده‌های آنالوگ استفاده نمود.

- انکودر نوری
- انکودر مغناطیسی
- پتانسیومتر هرزگرد
- گیربکس کاهنده
- موتور DC
- درایور موتور
- نمایشگر سرعت
- منبع تغذیه ۳۰v-۳Amp

## ۵. حرکت خطی

برای اندازه‌گیری جا به جایی خطی از چهار نوع سنسور مختلف استفاده می‌شود. این چهار سنسور بر روی یک لغزنده به همراه خطکش مدرج نصب شده که با حرکت آن می‌توان تغییرات سنسورهای مختلف را مقایسه نمود. برای راه اندازی سنسورهای آلتراسونیک و مادون قرمز، نیاز به استفاده از ماژول ریزپردازنده می‌باشد. برای به کارگیری LVDT نیز از اسیلاتور سینوسی استفاده می‌شود.

- خطکش مقاومتی
- فاصله سنج آلتراسونیک
- فاصله سنج مادون قرمز
- LVDT
- اسیلاتور سینوسی

## ۶. نیرو

برای اندازه‌گیری نیرو از دو سنسور مختلف در کنار وزنه‌های استاندارد استفاده می‌شود.

- Load Cell
- Strain Gauge

عکس زیر نسخه قدیمی دستگاه ابزار دقیق شرکت کاپ را نشان می‌دهد که نسخه جدید آن با مشخصات فوق در حال تکمیل می‌باشد.



شکل ۱- دستگاه ابزار دقیق مقدماتی

# آزمایشات

در ادامه لیستی از آزمایشات قابل انجام توسط دستگاه ابزار دقیق شرکت کاپ ارائه می‌گردد. لازم به ذکر است که امکان تعریف آزمایشات جدید بر اساس سفارش مشتری نیز وجود دارد.

## ۱. اندازه‌گیری دما

### • آزمایشات:

- تقویت خروجی ترموکوپل توسط تقویت کننده دیفرانسیلی به همراه جبران‌سازی اتصال سرد
- قرائت سیگنال PT100 و ۲ و ۳ سیمه توسط پل وتستون
- قرائت سیگنال Fast RTD و NTC توسط مبدل حسگرهای مقاومتی
- قرائت دما توسط سنسور دمای دیجیتال
- استخراج مشخصه هر یک از سنسورهای دما با استفاده از curve fitting
- مقایسه تاثیر نویز بر روی سنسور دیجیتال و آنالوگ

### • ماژول‌های مورد استفاده:

- منبع تغذیه
- دما
- سیگنال کاندیشنر
- ترانسدیوسر و ترانسمیتر
- ریزپردازنده

## ۲. حلقه کنترلی دما

### • آزمایشات:

- ارسال دماهای اندازه‌گیری شده توسط ترانسمیتر ۴-۲۰mA و ۰-۱۰V
- اجرای کنترل حلقه بسته آنالوگ توسط NTC و Fast RTD و مقایسه این دو سنسور
- جبران‌سازی حلقه بسته آنالوگ توسط جبران‌ساز Lead/Lag
- بررسی تاثیر تاخیر سنسور دما در کنترل حلقه بسته
- اجرای کنترل حلقه بسته دیجیتال توسط NTC و Fast RTD و مقایسه این دو سنسور

### • ماژول‌های مورد استفاده:

- منبع تغذیه
- دما
- سیگنال کاندیشنر

- ترانسدیوسر و ترانسسمیتر
- منبع تغذیه
- تجهیزات حلقه بسته کنترل آنالوگ
- واسط ارتباط با رایانه

### ۳. اندازه‌گیری سطح مایع

- آزمایشات:

- بررسی ساختار و عملکرد سنسور مغناطیسی سنجش سطح
- تغییر دامنه، حذف آفست و فیلتر کردن خروجی سنسور مغناطیسی
- استخراج مشخصه خروجی سنسور مغناطیسی
- بررسی عملکرد سنسور لول سوئیچ

- ماژول‌های مورد استفاده:

- منبع تغذیه
- سیگنال کاندیشنر
- ترانسدیوسر و ترانسسمیتر
- مایعات

### ۴. کنترل سطح مایع

- آزمایشات:

- ارسال سیگنال سطح توسط ترانسسمیتر
- کنترل سطح مایع با استفاده از کنترل کننده دیجیتال On/OFF و لول سوئیچ
- کنترل سطح با استفاده از کنترل کننده PID و سنسور مغناطیسی

- ماژول‌های مورد استفاده:

- منبع تغذیه
- سیگنال کاندیشنر
- ترانسدیوسر و ترانسسمیتر
- مایعات
- تجهیزات حلقه بسته کنترل آنالوگ
- واسط ارتباط با رایانه

## ۵. اندازه گیری و کنترل رطوبت مایع

- آزمایشات:

- اندازه گیری رطوبت توسط سنسور آنالوگ
- تغییر دامنه، حذف آفست و فیلتر کردن خروجی سنسور آنالوگ
- برنامه نویسی برای قرائت سنسور رطوبت دیجیتال
- مقایسه تاثیر نویز بر روی سنسور دیجیتال و آنالوگ
- کنترل حلقه بسته رطوبت توسط دو سنسور آنالوگ و دیجیتال به کمک ریزپردازنده

- ماژول های مورد استفاده:

- منبع تغذیه
- سیگنال کاندیشنر
- رطوبت
- ریزپردازنده

## ۶. اندازه گیری سرعت و موقعیت دورانی

- آزمایشات:

- آشنایی با ساختار انکودر نوری
- اندازه گیری سرعت توسط شمارش پالس با ماژول ریز پردازنده
- اندازه گیری سرعت توسط اندازه گیری عرض پالس با ماژول ریز پردازنده
- اندازه گیری سرعت توسط مبدل F/V
- مقایسه دو روش اندازه گیری سرعت
- اندازه گیری موقعیت توسط انکودر مغناطیسی و مقایسه با ولوم هرزگرد
- تغییر دامنه، حذف آفست و فیلتر کردن خروجی انکودر مغناطیسی

- ماژول های مورد استفاده:

- منبع تغذیه
- سیگنال کاندیشنر
- ترانسدیوسر و ترانسمیتر
- ریزپردازنده
- حرکت دورانی

## ۷. کنترل سرعت و موقعیت دورانی

- آزمایشات:

- پیاده سازی کنترل حلقه بسته سرعت توسط سروو موتور DC به صورت آنالوگ و دیجیتال
- جبران سازی کنترل حلقه بسته سرعت با استفاده از Lead/Lag و PID
- پیاده سازی کنترل حلقه بسته موقعیت توسط سروو موتور DC به صورت آنالوگ و دیجیتال
- جبران سازی کنترل حلقه بسته سرعت با استفاده از Lead/Lag و PID

- ماژول‌های مورد استفاده:

- منبع تغذیه
- سیگنال کاندیشنر
- ریزپردازنده
- حرکت دورانی
- کنترل حلقه بسته
- واسط ارتباط با رایانه

## ۸. اندازه‌گیری جا به جایی خطی

- آزمایشات:

- آشنایی با ساختار سنسورهای فاصله سنج: آلتراسونیک، مادون قرمز، LVDT و خطکش مقاومتی
- برنامه نویسی ریزپردازنده برای اندازه گیری فاصله با استفاده از سنسور آلتراسونیک
- استخراج مشخصه خروجی سنسور آلتراسونیک
- استخراج مشخصه خروجی سنسور مادون قرمز
- تغییر دامنه، حذف آفست و فیلتر کردن خروجی خطکش مقاومتی
- راه اندازی LVDT توسط اسلایتور و استخراج مشخصه خروجی
- مقایسه مشخصه خروجی سنسورها

- ماژول‌های مورد استفاده:

- منبع تغذیه
- سیگنال کاندیشنر
- ریزپردازنده
- حرکت خطی
- ترانسدیوسر و ترانسسمیتر



## ۹. اندازه‌گیری نیرو

- آزمایشات:

- تقویت خروجی Load Cell با استفاده از تقویت کننده ابزار دقیق
- تغییر دامنه، حذف آفست و فیلتر کردن خروجی Load Cell
- اندازه‌گیری وزن با استفاده از Load Cell و استخراج مشخصه
- قرائت سیگنال Strain Gauge با استفاده از پل وتسون، تقویت خروجی و حذف نویز
- اندازه‌گیری وزن با استفاده از Strain Gauge و استخراج مشخصه
- مقایسه مشخصه خروجی سنسورها
- ارسال سیگنال‌های اندازه‌گیری شده توسط ترانسمیتر

- ماژول‌های مورد استفاده:

- منبع تغذیه
- سیگنال کاندیشنر
- ترانسدیوسر و ترانسمیتر
- نیرو