

## ماهیت یک کرنش سنج چیست و تغییرات چه پارامترهایی در آن باعث تغییر مقدار آن در هنگام مواجهه با کشش میشود؟

کرنش‌سنج معمولاً از یک سیم نازک فلزی یا مسیر مقاومتی ساخته می‌شود که بر روی یک ورق نازک چسبانده شده است. این ورق روی سطح جسم مورد بررسی نصب می‌شود. وقتی جسم کشیده یا فشرده می‌شود، این تغییر شکل به کرنش‌سنج منتقل شده و باعث تغییر در طول و سطح مقطع سیم می‌شود.

### • طول (L) سیم مقاومتی

هنگام کشش، طول افزایش می‌یابد  $\Rightarrow$  مقاومت بیشتر می‌شود

### • سطح مقطع (A) سیم

در کشش، سطح مقطع کاهش می‌یابد  $\Rightarrow$  مقاومت افزایش می‌یابد.

### • مقاومت ویژه ( $\rho$ ) ماده

معمولاً تغییر نمی‌کند مگر در شرایط خاص (مثلاً با تغییر دما)

وقتی جسم تحت کشش قرار می‌گیرد، طول سیم کرنش‌سنج افزایش یافته و سطح مقطع آن کاهش می‌یابد. این دو عامل باعث افزایش مقاومت می‌شوند. این تغییر مقاومت با مدار پل وتستون (Wheatstone Bridge) اندازه‌گیری شده و به کرنش تبدیل می‌شود.

## فرق یک کرنش سنج با یک نیروسنج در چیست؟

کرنش‌سنج و نیروسنج دو ابزار متفاوت‌اند که هر کدام برای اندازه‌گیری نوع خاصی از کمیت طراحی شده‌اند، هرچند ممکن است از نظر ساختاری شباهت‌هایی داشته باشند.

**کرنش‌سنج (Strain Gauge)** ابزاری است که برای اندازه‌گیری کرنش (تغییر نسبی طول یک جسم نسبت به طول اولیه‌اش) به کار می‌رود. وقتی یک جسم تحت نیروی کششی یا فشاری قرار می‌گیرد، تغییراتی در ابعاد آن رخ می‌دهد. کرنش‌سنج این تغییرات کوچک در طول را تشخیص می‌دهد و آن را به تغییر در مقاومت الکتریکی تبدیل می‌کند. بنابراین کرنش‌سنج مستقیماً کرنش را اندازه‌گیری می‌کند، نه نیرو را. برای بدست آوردن نیرو از کرنش، باید خصوصیات مکانیکی ماده مانند مدول یانگ و شکل هندسی جسم را بدانیم تا بتوانیم نیرو را محاسبه کنیم.

در مقابل، **نیروسنج (Force Sensor یا Load Cell)** وسیله‌ای است که مستقیماً برای اندازه‌گیری نیرو طراحی شده است. اغلب نیروسنج‌ها در درون خود از کرنش‌سنج استفاده می‌کنند، اما بدنه‌ی آن‌ها به گونه‌ای طراحی و کالیبره شده که وقتی نیرویی وارد می‌شود، مقدار آن را مستقیماً (مثلاً به صورت ولتاژ خروجی یا عدد دیجیتال) نمایش می‌دهد. این یعنی کاربر نیازی به انجام محاسبات اضافی ندارد، زیرا نیروسنج از پیش تنظیم شده تا خروجی‌اش مستقیماً برابر با مقدار نیروی وارد شده باشد.

به نظر شما فرق تقویت‌کننده ابزار دقیق AD620 با یک تقویت‌کننده ساده آپ امپی با بهره

$$\frac{-R_f}{R_{in}} \text{ چیست؟}$$

• نوع ورودی‌ها:

• تقویت‌کننده‌ی ساده‌ای که در تصویر دیده می‌شود (با بهره‌ی  $\frac{-R_f}{R_{in}}$  تک ورودی است و فقط سیگنال نسبت به زمین اندازه‌گیری می‌شود).

• اما AD620 یک تقویت‌کننده‌ی تفاضلی دقیق (instrumentation amplifier) است و اختلاف بین دو ورودی (تفاضل دو سیگنال) را تقویت می‌کند، نه نسبت به زمین.

• ایزولاسیون ورودی‌ها: (Impedance)

- تقویت‌کننده‌ی ساده‌ی عملیاتی معمولاً مقاومت ورودی پایین‌تری دارد و اگر منبع سیگنال حساس باشد، ممکن است بار روی آن ایجاد شود.
- AD620 دارای مقاومت ورودی بسیار بالا است، بنابراین بارگذاری حداقلی روی منبع دارد و برای سنسورها مناسب‌تر است.

• دقت و حذف نویز:

AD620 به طور خاص طراحی شده تا نویزهای مشترک دو ورودی (Common Mode) را حذف کند (دارای CMRR بالا)، که برای اندازه‌گیری سیگنال‌های بسیار کوچک مثل خروجی کرنش‌سنج ضروری است. تقویت‌کننده ساده نمی‌تواند به خوبی نویزهای مشترک را حذف کند.

• تنظیم بهره:

در AD620 بهره به راحتی با یک مقاومت بیرونی تنظیم می‌شود، بدون نیاز به تغییر چند مقاومت. در مدار ساده باید دو مقاومت دقیق را برای بهره خاص انتخاب کرد که ممکن است در عمل دشوار باشد.

• پایداری و نویز داخلی:

AD620 دارای طراحی داخلی پیشرفته با نویز پایین و پایداری حرارتی بالاست. تقویت‌کننده ساده به این ویژگی‌ها مجهز نیست.

مفهوم Baud Rate و Parity در ارتباط سریال را به صورت مفید و مختصر توضیح دهید.

## Baud Rate:

تعداد سیگنال‌های تغییر وضعیت (یا بیت‌های داده) در هر ثانیه در ارتباط سریال است. به بیان ساده‌تر، مشخص می‌کند داده‌ها با چه سرعتی منتقل می‌شوند. مثلاً اگر baud rate برابر 9600 باشد، یعنی در هر ثانیه 9600 بیت منتقل می‌شود.

## Parity:

روشی برای تشخیص خطا در انتقال داده است. یک بیت اضافی (بیت توازن) به انتهای هر بایت اضافه می‌شود تا تعداد ۱‌ها در کل بایت به صورت زوج یا فرد تنظیم شود.

- **Even parity** تعداد ۱‌ها باید زوج باشد.
- **Odd parity** تعداد ۱‌ها باید فرد باشد.

اگر هنگام دریافت داده این شرط برقرار نباشد، یعنی احتمال خطا در انتقال وجود دارد. در مجموع، **Baud Rate** سرعت انتقال را مشخص می‌کند و **Parity** به منظور بررسی صحت داده‌ها استفاده می‌شود.

**پرسش 1 -** با توجه به وابستگی مقاومت کرنش‌سنجها به تغییرات دما، برای حذف اثر تغییر دما در اندازه‌گیری نیرو چه روشی پیشنهاد میکنید؟

استفاده از کرنش‌سنج‌های جبرانی (Temperature Compensation) در پل ویستون

در این روش، به جای استفاده از یک کرنش‌سنج تنها، دو یا چهار کرنش‌سنج در پل ویستون به صورت قرینه نصب می‌شوند:

1. کرنش‌سنج فعال در نقطه‌ای که کرنش واقعی وارد می‌شود.
2. کرنش‌سنج غیرفعال (dummy gauge) در ناحیه‌ای مشابه ولی بدون اعمال نیرو (مثلاً روی همان جسم اما در جهت عمود یا بدون تنش)

**پرسش 2 -** مزیت استفاده از مدار نیم پل در مقایسه با مدار یک چهارم پل برای اندازه‌گیری نیرو چیست؟

• دقت بالاتر:

در نیم‌پل، دو کرنش‌سنج به صورت متقارن در پل ویستون قرار می‌گیرند (مثلاً یکی در ناحیه کشش و دیگری در ناحیه فشار). این باعث می‌شود اثر کرنش دو برابر شده و **خروجی ولتاژ بزرگتری** نسبت به یک‌چهارم‌پل داشته باشیم.

• حذف بهتر اثر دما:

چون هر دو کرنش‌سنج در شرایط دمایی یکسان هستند، تغییرات دمایی اثر یکسانی روی هر دو دارند و در نتیجه، **اثر دما در خروجی پل حذف می‌شود.**

#### • افزایش حساسیت:

چون هم کرنش کششی و هم فشاری در مدار لحاظ می‌شود، سیگنال خروجی قوی‌تر و نسبت سیگنال به نویز بهتر خواهد بود.

### پرسش 3- مزیت مدار تمام پل در مقایسه با مدار نیم پل چیست؟

#### • افزایش دو برابری حساسیت:

در تمام‌پل، چهار کرنش‌سنج به‌کار می‌رود (دو تا در ناحیه کشش، دو تا در ناحیه فشار). همه‌ی مقاومت‌ها در تولید سیگنال شرکت می‌کنند، بنابراین خروجی ولتاژ نسبت به نیم‌پل دو برابر می‌شود.

#### • حذف دقیق‌تر اثر دما:

چون تمام کرنش‌سنج‌ها تحت شرایط دمایی مشابه هستند، و به صورت تقارن در نواحی فشاری و کششی قرار گرفته‌اند، اثر دما به‌طور کامل‌تری حذف می‌شود.

#### • پایداری و دقت بیشتر:

تمام‌پل نسبت به نویز مقاوم‌تر است و سیگنال خروجی پایداری بیشتری تولید می‌کند، که در سیستم‌های اندازه‌گیری دقیق مزیت بزرگی است.

### پرسش 4 - با مقایسه شکل 6 و شکل 9، دلیل وجود حفره‌های روی بدنه نیروسنج را بیان کنید .

#### • تمرکز کرنش در ناحیه مشخص:

حفره‌ها باعث می‌شوند که تنش و کرنش به‌جای پخش شدن در کل بدنه، در نواحی خاصی متمرکز شود. این کار باعث می‌شود کرنش‌سنج‌ها دقیق‌تر تغییرات را حس کنند و پاسخ سریع‌تر و واضح‌تری بدهند.

#### • افزایش حساسیت:

با متمرکز شدن کرنش، تغییر مقاومت کرنش‌سنج‌ها بیشتر شده و در نتیجه، خروجی نیروسنج حساس‌تر و دقیق‌تر می‌شود.

#### • کنترل مسیر جریان نیرو:

حفره‌ها طوری طراحی می‌شوند که نیرو از مسیر مشخصی عبور کند. این طراحی به مهندس اجازه می‌دهد محل قرارگیری کرنش‌سنج‌ها را بهینه کند تا بهترین پاسخ ممکن ثبت شود.

#### • کاهش وزن بدون کاهش استحکام عملکردی:

حفره‌ها می‌توانند بدون تضعیف اساسی استحکام مکانیکی، وزن سازه را کاهش دهند که در طراحی صنعتی مزیت مهمی است.