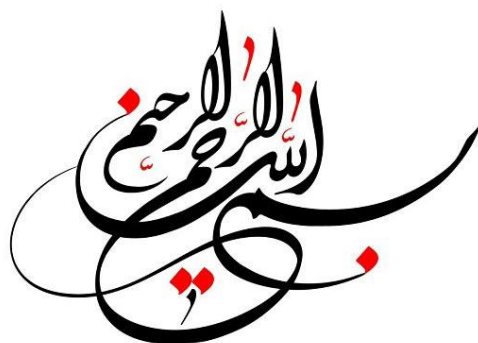




الکترونیک صنعتی



مرکز تربیت مربی فنی و حرفه‌ای

خرداد ۱۴۰۵

قاسم صیاد

مرکز تربیت مربی فنی و حرفه ای

سازمان آموزش فنی و حرفه ای کشور

رعایت اصول اخلاقی و مسئولیت صحت و دقت محتوا بر عهده نویسنده / نویسندگان می باشد.

مقدمه

الکترونیک صنعتی یکی از جذاب ترین و حیاتی ترین شاخه های مهندسی است که مستقیماً با دنیای تولید، اتوماسیون و ماشین آلات سر و کار دارد. اگر بخواهم خیلی ساده و با نگاهی عمیق برایتان توضیح دهم، این حوزه در واقع «پل ارتباطی بین دنیای الکترونیک و دنیای قدرت (ماشین ها)» است. در ادامه، کلیات این حوزه را در چند بخش مشخص برایتان دسته بندی کرده ام :

۱. تعریف و هدف اصلی الکترونیک صنعتی بر طراحی

تحلیل و به کارگیری مدارها و سیستم هایی تمرکز دارد که وظیفه کنترل، مانیتورینگ و مدیریت انرژی را برای تجهیزات صنعتی بر عهده دارند. هدف اصلی این است که بتوانیم یک فرآیند تولیدی (مثلاً حرکت یک بازوی رباتیک یا چرخش یک موتور بزرگ) را با دقت بالا، سرعت مشخص و مصرف انرژی بهینه انجام دهیم .

۲. اجزای اصلی (ستون های الکترونیک صنعتی)

برای اینکه یک سیستم صنعتی کار کند، معمولاً به سه بخش اصلی نیاز داریم :

الف- بخش قدرت (Power Electronics): این بخش وظیفه مدیریت جریان های بسیار بزرگ را دارد. از قطعاتی مثل تایریستورها (Thyristors)، ترانزیستورهای IGBT و MOSFET ها استفاده می شود تا ولتاژ و جریان را برای حرکت موتورها یا گرم کردن کوره صنعتی تغییر دهند (تبدیل AC به DC یا برعکس).

ب- بخش کنترل (Control Systems): این «مغز» سیستم است. وظیفه آن تصمیم گیری بر اساس داده های ورودی است. در اینجا با قطعاتی مثل میکروکنترلرها، PLC ها (کنترل گرهای منطقی برنامه پذیر) و FPGA ها سر و کار داریم .

ج- بخش حسگرها و عملگرها (Sensors & Actuators): حسگرها (Sensors) چشم ها و گوش های سیستم هستند (اندازه گیری دما، فشار، فاصله، سرعت و...). عملگرها (Actuators) دست ها و پاهای سیستم هستند (موتورها، سیلندرهای پنوماتیک و هیدرولیک که دستورات را به حرکت تبدیل می کنند) .

۳. مباحث کلیدی و کاربردی

اگر بخواهید در این رشته عمیق شوید، با این مفاهیم زیاد برخورد می‌کنید: الف- درایوهای الکتریکی (Motor Drives): روش‌های کنترل سرعت و گشتاور موتورهای الکتریکی .

ب- کنترل صنعتی: شامل کنترل‌های کلاسیک (مثل PID) و کنترل‌های پیشرفته برای حفظ پایداری سیستم.

ج- اتوماسیون و رباتیک: پیاده‌سازی خطوط تولید خودکار .

د- تبدیل‌های قدرت (Converters): دستگاه‌هایی که انرژی را از یک شکل به شکل دیگر تبدیل می‌کنند (مانند اینورترها) .

و- ارتباطات صنعتی: پروتکل‌هایی که دستگاه‌ها را به هم متصل می‌کنند (مثل Modbus ، Profibus یا Ethernet/IP)

یک مثال ملموس برای درک بهتر: «سیستم کنترل دمای کوره صنعتی»

ورودی (سنسور): یک سنسور دما، مقدار حرارت را می‌خواند و به یک سیگنال الکتریکی تبدیل می‌کند .

پردازش (منطق/کنترل): کنترل‌گر (PLC) این مقدار را می‌خواند. منطق برنامه‌ریزی شده می‌گوید: "اگر دما کمتر از ۵۰۰ درجه بود، هیتر را روشن کن". این یک عملیات منطقی است.

واسط (درایور): سیگنال ضعیف "روشن شدن" از PLC خارج شده، از یک اپتوکوپلر عبور می‌کند تا ایمن باشد و سپس به یک درایور می‌رسد. خروجی (قدرت): درایور، یک قطعه قدرت بزرگ (مثل یک ترستور) را تحریک می‌کند و جریان عظیمی را به سمت المنت‌های کوره می‌فرستد تا کوره گرم شود.

اگر بخواهید عمیق‌تر شویم، کدام مسیر برای شما جذاب‌تر است؟

برنامه‌نویسی و منطق: چگونه با PLC یا میکروکنترلر به دستگاه دستور بدهیم؟ (الکترونیک قدرت :)

چگونه با قطعاتی مثل IGBT، جریان‌های بسیار بزرگ را کنترل کنیم؟ (کنترل خودکار: چگونه با ریاضیات و الگوریتم‌ها، یک سیستم را بسیار دقیق و پایدار نگه داریم؟)

۴. تفاوت با الکترونیک معمولی (خانگی)

تفاوت اصلی در «محیط کار» و «شدت شرایط» است :

الف- محیط خشن: در صنعت با نویز الکتریکی بسیار زیاد، گرد و غبار، لرزش، دماهای بسیار بالا و بسیار پایین سر و کار داریم. بنابراین مدارها باید بسیار مقاوم (Robust) طراحی شوند .

ب- مقیاس توان: در الکترونیک موبایل با میلی‌آمپرهای سر و کار داریم، اما در الکترونیک صنعتی ممکن است با هزاران آمپر و ولتاژهای بسیار بالا مواجه باشیم.

ج- قابلیت اطمینان (Reliability): در یک دستگاه خانگی، اگر مدار بسوزد، شاید کمی از کار بیفتد؛ اما در یک کارخانه، خرابی یک قطعه الکترونیکی کوچک می‌تواند میلیون‌ها تومان ضرر تولید یا حتی خطر جانی ایجاد کند.

۵- آینده این حوزه امروزه الکترونیک صنعتی

با مفاهیم جدیدی در هم آمیخته شده است که آینده را می‌سازند

- اینترنت اشیاء صنعتی: IIOT (اتصال تمام دستگاه‌ها به شبکه برای تحلیل داده‌ها).

- هوش مصنوعی در صنعت: برای پیش‌بینی خرابی‌ها قبل از وقوع (Predictive Maintenance).

- نسل چهارم صنعت: Industry4.0 که در آن سیستم‌ها کاملاً هوشمند و مستقل از هم عمل می‌کنند.

خلاصه مطلب

الکترونیک صنعتی یعنی استفاده از دانش الکترونیک برای «اداره کردن قدرت» و «دقیق کردن حرکت» در محیط‌های بزرگ و پیچیده تولیدی.

من پیشنهاد می‌کنم وارد یکی از هیجان‌انگیزترین و کاربردی‌ترین نقاط تلاقی این دو حوزه یعنی الکترونیک صنعتی و مدار منطقی بشویم.

من می‌خواهم درباره «بخش کنترل (Control Section)» و پیوند آن با منطق دیجیتال» برایتان صحبت کنم. چرا؟ چون در صنعت، قطعات قدرت (مثل موتورهای غول‌پیکر) بدون بخش کنترل، تنها آهن‌پاره‌هایی هستند که یا اصلاً حرکت نمی‌کنند یا به شکلی خطرناک و بدون نظم می‌چرخند.

بیاید این بخش را به سه لایه تقسیم کنیم تا دقیق متوجه شوید در یک سیستم صنعتی چه می‌گذرد:

۱. لایه تصمیم‌گیرنده – The Brain

منطق دیجیتال (در این لایه، مدار منطقی) نقش اصلی را دارد. اما در مقیاس بسیار بزرگ) - کنترل‌گر منطقی برنامه‌پذیر: PLC (قلب تپنده اکثر کارخانه‌هاست PLC). در واقع یک کامپیوتر صنعتی بسیار مقاوم است که درون آن هزاران مدار منطقی و میکروکنترلر قرار دارد.

برنامه‌نویسی PLC در واقع همان نوشتن دستورات منطقی است) اگر سنسور فشار زیاد شد AND دکمه استپ زده شد، THEN شیر برقی را ببند - (میکروکنترلرها: در دستگاه‌های کوچک‌تر، یک تراشه کوچک تمام منطق‌ها را در خود جای داده است.

۲. لایه واسط یا درایور – The Translator

مدیریت سیگنال (این لایه بسیار حیاتی است. مشکل اینجاست که بخش کنترل (مغز) با ولتاژهای بسیار کم (مثلاً ۵ ولت یا ۳.۳ ولت) کار می‌کند، اما بخش قدرت (عضلات) نیاز به صدها ولت دارد.

- ایزولاسیون (Isolation): برای اینکه نویزهای شدید بخش قدرت، مغز (کنترلر) را نسوزاند، از قطعاتی مثل اپتوکوپلرها استفاده می‌کنیم. این قطعات سیگنال را از طریق «نور» منتقل می‌کنند تا هیچ اتصال الکتریکی مستقیمی بین بخش حساس و بخش پر قدرت وجود نداشته باشد.

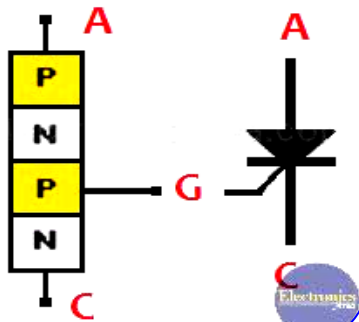
درایورهای گیت (Gate Drivers) این‌ها قطعاتی هستند که سیگنال ضعیف منطقی (یک صفر و یک ساده) را تقویت می‌کنند تا بتوانند یک ترانزیستور قدرت بزرگ (مثل IGBT) را روشن یا خاموش کنند.

۳. لایه اجرا – The Muscle

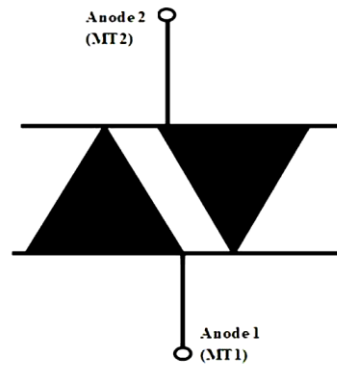
قطعات قدرت (در نهایت، دستور منطقی پردازش شده، به این بخش می‌رسد تا کار عملی انجام شود - . اینورترها (Inverters) اگر بخواهید سرعت یک موتور را کنترل کنید، اینورتر با استفاده از تکنیک‌های پیشرفته (مثل PWM که از منطق دیجیتال می‌آید)، ولتاژ را مدام قطع و وصل می‌کند تا یک موج شبیه به سینوسی بسازد و سرعت موتور را دقیق تنظیم کند.

معرفی نماد و ساختمان قطعات الکترونیک صنعتی

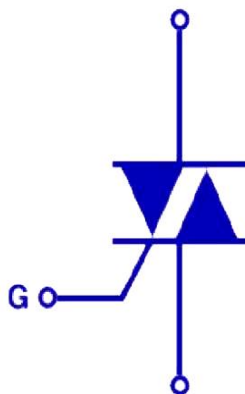
SCR structure and symbol



نماد دیاک

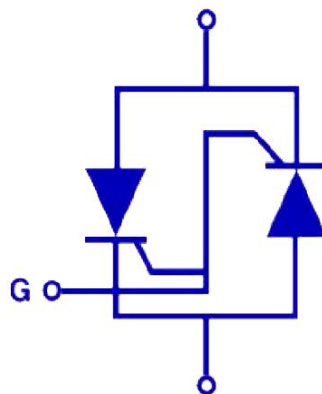


MT1

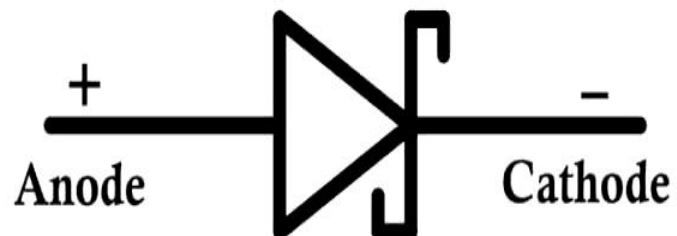
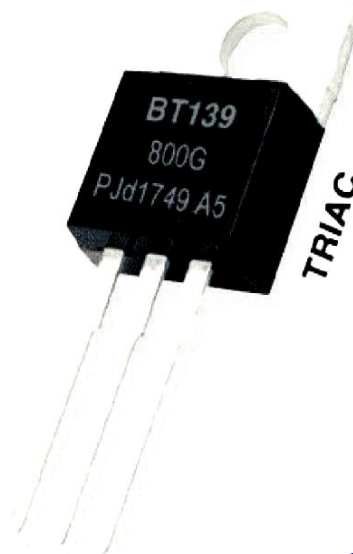


MT2

MT1



MT2



منابع:

ویکی پدیا و اینترنت

ITC

مرکز تربیت مربی
و پژوهش‌های آموزشی



سازمان آموزش فنی و حرفه‌ای کشور



unesco
نظمت شبکه بین‌المللی مراکز آموزش فنی و حرفه‌ای

ITC

مرکز تربیت مربی فنی و حرفه‌ای

بهار ۱۴۰۵