

۴

آفریقا، جایی که آینده شبکه‌های
قدرت در حال شکل‌گیری است

۵

نقش میکروکنترلرهای STM۳۲ در سیستم‌های
الکترونیکی هوشمند و اینترنت اشیا (IoT)

۶

نسل ششم ارتباطات (۶g)؛
آینده‌ای فراتر از اینترنت پرسرعت

۷

کنترل صنعتی؛ مغز پشت
کارخانه‌های مدرن پیرامون

$$i(t) = I_m \sin(\omega t + \varphi)$$

$$Z = R + j\omega L$$

$$X_L = \omega L$$

$$X_C = \frac{1}{\omega C}$$

$$\nabla \cdot J = 0$$

nikola tesla
(1943-1856)

در مدار تسلا



دانشگاه شاهد
دانشکده مهندسی برق
انجمن علمی مهندسی برق



انجمن علمی مهندسی برق



ویژه نامه انجمن علمی مهندسی برق دانشگاه شاهد
شماره سوم / تابستان ۱۴۰۵ / هفته سوم تیر

به نام خدا

صاحب امتیاز:انجمن علمی مهندسی برق دانشگاه شاهد
مدیر مسئول:متین حسینیخانی
سر دبیر:آرتمیس عادل
استاد راهنما:دکتر معصومه نباتی
صفحه آرا:ثمین واحد
هیات تحریریه:آرتمیس عادل - متین حسینیخانی - صدرا بالش زر -
دانیال حاجی علی
ویراستار ادبی:ماهان زاجی، نورگس آزادیان



pec2journal@gmail.com

@pec2journal



سخن مدیر مسئول :

با افتخار، سری ویژه‌نامه‌های کوتاه Mini pec^2 را معرفی می‌کنیم. هدف ما در این مجموعه، فراهم آوردن فرصتی است تا دانشجویان عزیز بتوانند در زمانی فشرده، با جنبه‌های کلیدی و کاربردی رشته مهندسی برق آشنا شوند. ما بر این باوریم که یادگیری مؤثر، نیازمند دسترسی به اطلاعات مفید و کاربردی است و این ویژه‌نامه‌ها، دریچه‌ای خواهند بود به سوی همین دانش. Mini pec^2 در مناسبت‌های خاص، از جمله سالگرد چهره‌های تأثیرگذاری چون نیکولا تسلا، منتشر خواهد شد. این ویژه‌نامه‌ها، مروری خواهند داشت بر گرایش‌های اصلی مهندسی برق؛ از شبکه‌های قدرت و اجزای الکترونیکی گرفته تا ارتباطات و مباحث کنترل. ما امیدواریم این محتوای مختصر، بتواند زمینه‌ساز کنجکاوی بیشتر شما و شروعی برای یادگیری عمیق‌تر در این رشته پویا باشد.

با احترام،

متین حسینیخانی

مدیر مسئول نشریه دانشجویی pec^2

سخن سردبیر:

باعث خرسندی ماست که امسال، همزمان با گرامیداشت یاد و خاطره نیکولا تسلا، ویژه‌نامه Mini pec^2 را به شما تقدیم می‌کنیم. این مجموعه، تلاشی است برای ارائه خلاصه‌ای از مباحث مهم و جذاب در گرایش‌های گوناگون مهندسی برق، در قالبی مختصر و قابل فهم. در این شماره، شما شاهد مقالاتی خواهید بود که طیفی از موضوعات را پوشش می‌دهند: از مبانی شبکه‌های قدرت و کاربردهای نوین الکترونیک، تا چشم‌اندازهای مخابراتی و اصول سیستم‌های کنترل. هدف ما این است که این مقالات کوتاه، نقش جرقه‌هایی را ایفا کنند که شما را به کاوش بیشتر و درک عمیق‌تر دنیای مهندسی برق ترغیب نمایند.

امیدواریم Mini pec^2 نقطه آغازی باشد برای علاقه‌مندی و یادگیری مستمر شما.

با احترام،

آرتمیس عادل

سردبیر نشریه دانشجویی pec^2



قدرت

آفریقا؛ جایی که آینده شبکه‌های قدرت در حال شکل‌گیری است

آرتمیس عادل دانشجوی کارشناسی

صنعت برق جهان در یکی از مهم‌ترین دوره‌های تحول خود قرار دارد. افزایش سهم انرژی‌های تجدیدپذیر، رشد سریع مصرف انرژی، توسعه خودروهای برقی و حرکت به سمت کاهش انتشار کربن، ساختار سنتی شبکه‌های قدرت را با چالش‌های جدیدی روبه‌رو کرده است. در این میان، بسیاری از نگاه‌ها به سمت قاره آفریقا معطوف شده است؛ قاره‌ای که با وجود محدودیت‌های زیرساختی، به بستری مناسب برای پیاده‌سازی و آزمایش فناوری‌های نسل جدید شبکه‌های قدرت تبدیل شده است.

در بسیاری از کشورهای توسعه‌یافته، شبکه‌های برق بر پایه نیروگاه‌های بزرگ و متمرکز طراحی شده‌اند. این ساختار طی دهه‌ها توسعه یافته و تغییر آن نیازمند سرمایه‌گذاری‌های بسیار سنگین است. اما در بخش‌های زیادی از آفریقا، توسعه شبکه از نقطه‌ای متفاوت آغاز شده است. در برخی مناطق، به جای احداث صدها کیلومتر خطوط انتقال برای اتصال روستاها و شهرهای کوچک به شبکه سراسری، از ریزشبکه‌ها (Microgrids) و منابع تولید پراکنده استفاده می‌شود. این موضوع باعث شده فناوری‌هایی که در بسیاری از نقاط جهان هنوز در مرحله آزمایشی هستند، در آفریقا به صورت عملی مورد استفاده قرار گیرند.

یکی از مهم‌ترین فناوری‌های مورد استفاده، ریزشبکه‌های هوشمند مبتنی بر انرژی خورشیدی است. این سامانه‌ها معمولاً از پنل‌های فتوولتائیک، مبدل‌های الکترونیک قدرت، سیستم‌های ذخیره‌سازی انرژی و تجهیزات کنترل هوشمند تشکیل شده‌اند. در چنین ساختاری، توان تولیدی خورشید به وسیله اینورترها به برق متناوب تبدیل شده و از طریق سیستم مدیریت انرژی میان مصرف‌کنندگان توزیع می‌شود. از آنجا که تولید انرژی خورشیدی وابسته به شدت تابش است، کنترل لحظه‌ای توان و مدیریت ذخیره‌سازها اهمیت بسیار بالایی پیدا می‌کند. این مسئله یکی از موضوعات مهم پژوهشی در حوزه کنترل و بهره‌برداری شبکه‌های قدرت محسوب می‌شود.

چالش دیگر، حفظ پایداری فرکانس و ولتاژ در شبکه‌هایی است که سهم بالایی از انرژی‌های تجدیدپذیر دارند. در نیروگاه‌های سنتی، ژنراتورهای سنکرون به دلیل اینرسی مکانیکی خود به تثبیت فرکانس شبکه کمک می‌کنند. اما منابعی مانند پنل‌های خورشیدی از طریق مبدل‌های الکترونیک به شبکه متصل می‌شوند و فاقد اینرسی طبیعی هستند. در نتیجه مهندسان مجبورند از روش‌هایی مانند Virtual Inertia و کنترل پیشرفته اینورترها استفاده کنند تا رفتار شبکه مشابه سیستم‌های سنتی حفظ شود. بسیاری از این راهکارها در پروژه‌های اجرا شده در کشورهای آفریقایی مورد آزمایش قرار گرفته‌اند.

یکی دیگر از زمینه‌های مهم توسعه، استفاده از سامانه‌های ذخیره‌سازی انرژی در مقیاس بزرگ است. باتری‌های لیتیوم-یون و سایر فناوری‌های ذخیره‌سازی نقش مهمی در جبران نوسانات تولید منابع تجدیدپذیر ایفا می‌کنند. این سامانه‌ها در زمان مازاد تولید انرژی را ذخیره کرده و هنگام افزایش بار یا کاهش تولید، انرژی ذخیره‌شده را به شبکه تزریق می‌کنند. به همین دلیل مدیریت شارژ و دشارژ باتری‌ها، تخمین وضعیت شارژ (State of Charge) و افزایش طول عمر ذخیره‌سازها به یکی از موضوعات کلیدی مهندسی قدرت تبدیل شده است.

در کنار این موارد، توسعه شبکه‌های منطقه‌ای نیز از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. بسیاری از کشورهای آفریقایی در حال ایجاد ارتباطات الکتریکی فرامرزی هستند تا بتوانند انرژی را میان شبکه‌های مختلف مبادله کنند. چنین ساختاری موجب افزایش قابلیت اطمینان، کاهش هزینه تولید و استفاده بهینه از منابع تجدیدپذیر می‌شود. در این پروژه‌ها از خطوط انتقال ولتاژ بالا و در برخی موارد فناوری HVDC استفاده می‌شود که امکان انتقال توان در فواصل طولانی با تلفات کمتر را فراهم می‌کند.

دیجیتالی‌سازی شبکه نیز بخش مهم دیگری از این تحول است. استفاده از واحدهای اندازه‌گیری فازوری (PMU)، سیستم‌های SCADA، حسگرهای هوشمند و الگوریتم‌های مبتنی بر هوش مصنوعی، امکان پایش لحظه‌ای وضعیت شبکه را فراهم کرده است. داده‌های جمع‌آوری‌شده از هزاران نقطه شبکه توسط الگوریتم‌های تحلیلی پردازش می‌شوند تا وقوع ناپایداری‌ها، اضافه‌بارها و خطاهای احتمالی پیش‌بینی شوند. در حقیقت، شبکه قدرت آینده تنها یک سامانه الکتریکی نخواهد بود، بلکه ترکیبی از مهندسی قدرت، مخابرات، کنترل و علوم داده خواهد بود.

آنچه امروز در کشورهای مختلف آفریقا در حال رخ دادن است، صرفاً توسعه زیرساخت برق نیست؛ بلکه آزمایش عملی نسل جدید فناوری‌های شبکه قدرت است. از ریزشبکه‌های هوشمند و ذخیره‌سازی انرژی گرفته تا کنترل پیشرفته اینورترها، دیجیتالی‌سازی شبکه و توسعه ارتباطات فرامرزی، همگی بخشی از تحول بزرگی هستند که می‌تواند مسیر آینده صنعت برق جهان را مشخص کند. به همین دلیل بسیاری از متخصصان معتقدند که برای مشاهده آینده شبکه‌های قدرت، باید نگاهی دقیق‌تر به پروژه‌هایی داشت که امروز در آفریقا در حال اجرا هستند.

اینرسی مجازی Virtual Inertia

انتقال برق با جریان مستقیم ولتاژ بالا HVDC (High Voltage Direct Current)

واحد اندازه‌گیری فازور PMU (Phasor Measurement Unit)

سیستم کنترل نظارتی و گردآوری داده‌ها SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition)

الکترونیک

نقش میکروکنترلرهای STM۳۲ در سیستم‌های الکترونیکی هوشمند و اینترنت اشیا (IoT)

صدرا بالاش زر دانشجوی کارشناسی

مجموعه وسیع واحدهای جانبی (Peripherals) که در تراشه‌های STM۳۲ گنجانده شده‌اند، از دلایل اصلی محبوبیت آن‌هاست. این واحدها شامل انواع تایمرها برای ایجاد سیگنال‌های دقیق، مدل‌های آنالوگ به دیجیتال (ADC) و دیجیتال به آنالوگ (DAC) برای واسطه با دنیای آنالوگ، و کنترل‌کننده‌های حافظه با کارایی بالا هستند. اما آنچه STM۳۲ را واقعاً متمایز می‌کند، پشتیبانی گسترده از پروتکل‌های ارتباطی استاندارد است:

- ارتباطات سریال: UART برای ارتباطات ساده نقطه به نقطه، SPI برای ارتباط با سرعت بالا با دستگاه‌های جانبی مانند حافظه‌ها و نمایشگرها، و I²C برای ارتباط با چندین دستگاه روی یک باس دو سیمه.
- ارتباطات صنعتی: CAN Controller Area Network (CAN) که به دلیل اطمینان‌پذیری بالا، ستون فقرات شبکه‌های خودرویی و صنعتی است.
- ارتباطات شبکه‌ای: Ethernet برای اتصال مستقیم به شبکه‌های سیمی و Wi-Fi و Bluetooth Classic & BLE برای اتصال بی‌سیم به شبکه‌های محلی و دستگاه‌های موبایل.

این تنوع در رابط‌های ارتباطی، STM۳۲ را به یک هاب هوشمند ایده‌آل برای کاربردهای اینترنت اشیا (IoT) تبدیل می‌کند. دستگاه‌های پوشیدنی هوشمند (Smart Wearables)، سیستم‌های خانه هوشمند (Smart Home)، ابزارهای پزشکی متصل (Connected Medical Devices)، سیستم‌های نظارتی پیشرفته، و تجهیزات صنعتی هوشمند (Smart Industrial Equipment) همگی می‌توانند با استفاده از STM۳۲ به شبکه‌های گسترده‌تری متصل شده و داده‌ها را به صورت بلادرنگ مبادله کنند.

قابلیت پردازش در لبه (Edge Computing) با استفاده از STM۳۲، یک مزیت رقابتی بزرگ محسوب می‌شود. با پردازش داده‌ها و تصمیم‌گیری در خود دستگاه، تأخیر (Latency) به شدت کاهش می‌یابد، نیاز به پهنای باند بالا برای ارسال حجم عظیمی از داده به ابر کم می‌شود، و اطمینان‌پذیری سیستم در شرایط قطع ارتباط با شبکه افزایش می‌یابد. این امر به ویژه در کاربردهای حیاتی مانند سیستم‌های خودران (Autonomous Systems)، تجهیزات پزشکی اورژانسی، و سیستم‌های امنیتی بلادرنگ، بسیار حیاتی است.

در نهایت، میکروکنترلرهای STM۳۲ نه تنها ابزاری برای اجرای دستورات هستند، بلکه به عنوان بستری برای پیاده‌سازی نوآوری‌های نسل بعد در صنعت ۴.۰ (Industry ۴.۰) عمل می‌کنند. آن‌ها امکان ایجاد اتوماسیون هوشمند، تجزیه و تحلیل داده‌های تولیدی به صورت محلی، و ایجاد یک اکوسیستم کاملاً متصل و خودکار را فراهم می‌آورند. STM۳۲، با ارائه تعادلی بهینه بین عملکرد، هزینه، مصرف انرژی و سهولت توسعه (از طریق اکوسیستم نرم‌افزاری گسترده STM/microelectronics)، همچنان پیشگام در نوآیندسازی مهندسان الکترونیک برای ساخت دنیایی هوشمندتر و متصل‌تر خواهد بود.

در عصر حاضر که هوشمندی و اتصال‌پذیری به تار و پود زندگی روزمره تبدیل شده است، میکروکنترلرها به عنوان قلب تپنده و مغز متفکر دستگاه‌های الکترونیکی، نقشی حیاتی ایفا می‌کنند. در این میان، سری میکروکنترلرهای STM۳۲ که بر پایه معماری قدرتمند و بسیار بهینه ARM Cortex-M توسعه یافته‌اند، به استاندارد طلایی در طراحی سیستم‌های الکترونیکی مدرن، از جفت‌های کوچک تا دستگاه‌های پیچیده صنعتی و اینترنت اشیا (IoT)، بدل شده‌اند. این خانواده گسترده از میکروکنترلرها، با ارائه ترکیبی بی‌نظیر از قدرت پردازشی، انعطاف‌پذیری بالا، مصرف انرژی پهنه و مجموعه‌ای غنی از واحدهای جانبی، ابزاری قدرتمند در دستان مهندسان الکترونیک برای خلق نوآوری‌های آینده قرار داده است.

یک سیستم الکترونیکی هوشمند، عموماً بر پایه سه ستون اصلی استوار است: جمع‌آوری داده از محیط توسط سنسورها، پردازش و تحلیل هوشمندانه این داده‌ها برای اتخاذ تصمیمات بهینه، و اجرای دستورات از طریق عملگرها (Actuators) برای تعامل با دنیای فیزیکی. میکروکنترلرهای STM۳۲، به لطف پردازنده‌های سری Cortex-M (مانند M۰، M۳، M۴، M۷ و ...)، قادر به انجام این چرخه حیات داده با سرعت و کارایی چشمگیر هستند. این پردازنده‌ها امکان اجرای همزمان وظایف متعدد و پیچیده را فراهم می‌کنند، از جمله اجرای الگوریتم‌های کنترلی دقیق مانند PID برای مدیریت پایدار سیستم‌ها (مانند کنترل سرعت موتورهای DC و Brushless)، یا پیاده‌سازی الگوریتم‌های پیشرفته‌تر مانند کنترل پیش‌بین مدل (MPC) و حتی مدل‌های یادگیری ماشین (Machine Learning) برای تحلیل رفتار سیستم و پیش‌بینی خطاها در لبه شبکه (Edge Computing).

رابط جانبی سریال: SPI (Serial Peripheral Interface) • فرستنده-گیرنده ناهمگام همگانی (UART) (Universal Asynchronous Receiver-Transmitter) • کنترل‌کننده تاسی-انترال-مشقی: PID (Proportional-Integral-Derivative) • شبکه بی‌سیم/ای‌فای: Wi-Fi (Wireless Fidelity) • (انترنت شبکه محلی سیمی: Ethernet) • مدار مجتمع بین‌تراشه‌ای: I²C (Inter-Integrated Circuit) • شبکه ناحیه کنترل شبکه: CAN (Controller Area Network) • مدار مجتمع بین‌تراشه‌ای: I²C (Inter-Integrated Circuit) • پروتوت (کلاسیک و بلوتوث کم‌هزینه): Bluetooth (Classic & BLE - Bluetooth Low Energy)



مخابرات

نسل ششم ارتباطات (6g)؛ آینده‌ای فراتر از اینترنت پرسرعت

دانیال حاجی علی دانشجوی کارشناسی

برای دستیابی به این اهداف، پژوهشگران در حال مطالعه باندهای فرکانسی بسیار بالا مانند امواج تراهرتز هستند. این امواج ظرفیت انتقال داده فوق‌العاده‌ای دارند و می‌توانند حجم عظیمی از اطلاعات را در مدت زمان بسیار کوتاه منتقل کنند. با این حال، استفاده از آن‌ها با چالش‌هایی مانند تضعیف سریع سیگنال، برد کوتاه و نیاز به تجهیزات پیشرفته همراه است. به همین دلیل طراحی آن‌تها، فرستنده‌ها و گیرنده‌های مناسب یکی از مهم‌ترین زمینه‌های تحقیقاتی در حوزه 6G محسوب می‌شود.

از سوی دیگر، انتظار می‌رود شبکه‌های 6G بتوانند ارتباطات زمینی، هوایی و فضایی را به یکدیگر متصل کنند. در آینده، ماهواره‌ها، پهپادها، خودروها و دستگاه‌های هوشمند همگی بخشی از یک شبکه یکپارچه خواهند بود که امکان دسترسی به ارتباطات پرسرعت را در هر نقطه از جهان فراهم می‌کند. این موضوع می‌تواند نقش مهمی در کاهش شکاف دیجیتال میان مناطق مختلف جهان داشته باشد. به طور کلی، 6G را می‌توان پلی میان دنیای فیزیکی و دیجیتال دانست. این فناوری نه تنها سرعت ارتباطات را افزایش می‌دهد، بلکه زمینه‌ساز ظهور خدمات کاربردهایی خواهد شد که امروز تنها در فیلم‌های علمی‌تخیلی مشاهده می‌کنیم. آینده مخابرات در مسیر هوشمندتر، سریع‌تر و فراگیرتر شدن قرار دارد و نسل ششم ارتباطات یکی از مهم‌ترین گام‌ها در این مسیر خواهد بود. شاید تا چند سال دیگر، بسیاری از فناوری‌هایی که امروز رویا به نظر می‌رسند، به کمک 6G به بخشی عادی از زندگی انسان‌ها تبدیل شوند.

پس از گسترش گسترده شبکه‌های 5G در سراسر جهان، نگاه پژوهشگران و مهندسان مخابرات به نسل بعدی ارتباطات بی‌سیم یعنی 6G معطوف شده است. اگرچه هنوز این فناوری به صورت تجاری عرضه نشده، اما انتظار می‌رود تا حدود سال 2030 به بخشی از زندگی روزمره انسان تبدیل شود. بسیاری از کشورها و شرکت‌های بزرگ فناوری از هم‌اکنون سرمایه‌گذاری‌های گسترده‌ای را برای توسعه این نسل از ارتباطات آغاز کرده‌اند.

شبکه‌های 6G تنها نسخه سریع‌تر 5G نیستند، بلکه تحولی اساسی در شیوه ارتباط انسان‌ها، ماشین‌ها و محیط اطراف ایجاد خواهند کرد. سرعت انتقال داده در این شبکه‌ها می‌تواند به چندین تریلیبایت بر ثانیه برسد؛ سرعتی که داتلود یک فیلم با کیفیت بسیار بالا را تنها در کسری از ثانیه ممکن می‌کند. علاوه بر سرعت، یکی از اهداف اصلی 6G کاهش چشمگیر تأخیر در انتقال داده‌ها است؛ به گونه‌ای که ارتباطات تقریباً به صورت آنی انجام شوند.

یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های 6G، ادغام هوش مصنوعی با شبکه‌های مخابراتی است. در این فناوری، شبکه می‌تواند به صورت هوشمند شرایط محیط را تحلیل کرده، ترافیک شبکه را مدیریت کند و بهترین مسیر انتقال داده را انتخاب نماید. این قابلیت باعث افزایش کیفیت خدمات، کاهش مصرف انرژی و بهبود عملکرد شبکه در شرایط مختلف خواهد شد. به بیان دیگر، شبکه‌های آینده تنها ابزار انتقال اطلاعات نخواهند بود، بلکه خود قادر به تصمیم‌گیری و بهینه‌سازی عملکردشان هستند.

کاربردهای 6G بسیار گسترده خواهند بود. از جمله می‌توان به جراحی از راه دور با دقت بسیار بالا، خودروهای کاملاً خودران، شهرهای هوشمند، اینترنت اشیا پیشرفته، صنایع خودکار و ارتباطات واقعیت مجازی و واقعیت افزوده اشاره کرد. همچنین انتظار می‌رود فناوری هولوگرام سه‌بعدی در تماس‌های تصویری آینده به کمک 6G به واقعیت تبدیل شود؛ به طوری که افراد بتوانند تصویر سه‌بعدی یکدیگر را در محیط اطراف خود مشاهده کنند. چنین قابلیتی می‌تواند شیوه آموزش، جلسات کاری و حتی ارتباطات روزمره را متحول کند.





کنترل صنعتی

مغز پشت کار خانه‌های مدرن پیرامون

متین حسین‌خانی

دانشجوی کارشناسی

اگر وارد یک کارخانه مدرن شوید، با مجموعه‌ای از ماشین‌آلات، نوارهای نقاله، ربات‌ها و مخازن بزرگ روبه‌رو می‌شوید که همگی به‌صورت هماهنگ در حال کار هستند. پشت این هماهنگی پیچیده، سیستمی وجود دارد که دائماً شرایط کارخانه را پایش کرده و تصمیم می‌گیرد هر دستگاه چه کاری انجام دهد. این بخش همان سیستم‌های کنترل صنعتی است؛ چیزی که می‌توان آن را «مغز» یک کارخانه دانست.

در یک فرآیند صنعتی، متغیرهای زیادی باید به‌طور مداوم کنترل شوند. برای مثال در یک کارخانه شیمیایی دمای راکتورها، فشار مخازن، میزان جریان مواد و سرعت پمپ‌ها باید در محدوده مشخصی باقی بمانند. برای انجام این کار ابتدا حسگرها اطلاعات محیط را اندازه‌گیری می‌کنند و این داده‌ها به سیستم کنترل ارسال می‌شود. سپس سیستم کنترل با تحلیل این اطلاعات تصمیم می‌گیرد چه فرمانی به تجهیزات مختلف بدهد تا شرایط سیستم در وضعیت مطلوب باقی بماند.

در بسیاری از خطوط تولید، این وظیفه بر عهده PLC (Programmable Logic Controller) است. PLC در واقع یک رایانه صنعتی مقاوم است که برای کار در محیط‌های سخت کارخانه طراحی شده است. این کنترل‌کننده داده‌های ورودی از حسگرها را دریافت کرده و بر اساس برنامه‌ای که مهندسان نوشته‌اند، خروجی‌های لازم را به تجهیزات مختلف ارسال می‌کند. برای مثال اگر سنسور تشخیص دهد قطعه‌ای از مسیر تولید خارج شده یا دمای یک دستگاه از حد مجاز بیشتر شده است، PLC می‌تواند در کسری از ثانیه موتور را متوقف کند یا یک سیستم خنک‌کننده را فعال کند. به همین دلیل PLC بیشتر مسئول کنترل سریع و مستقیم ماشین‌آلات است.

در صنایع بزرگ‌تر اما کنترل تنها یک دستگاه یا یک خط تولید کافی نیست، در چنین محیط‌هایی باید کل فرآیند صنعتی به‌صورت هماهنگ مدیریت شود. در اینجا از سیستم Distributed Control System (DCS) استفاده می‌شود. در این معماری، کنترل در میان چندین واحد کنترلی در نقاط مختلف کارخانه توزیع می‌شود و هر بخش از فرآیند توسط کنترل‌کننده‌های محلی مدیریت می‌شود. این واحدها از طریق یک شبکه صنعتی با یکدیگر در ارتباط هستند و در کنار هم پایداری کل فرآیند را حفظ می‌کنند. چنین ساختاری در صنایعی مانند نیروگاه‌ها، پالایشگاه‌ها و مجتمع‌های پتروشیمی بسیار رایج است؛ جایی که هزاران متغیر باید به‌طور هم‌زمان کنترل شوند.

در کنار این سیستم‌های کنترلی، یک لایه نظارتی نیز وجود دارد که به اپراتورها امکان مشاهده و مدیریت کل کارخانه را می‌دهد. این وظیفه بر عهده SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) است. SCADA داده‌های جمع‌آوری‌شده از PLC‌ها و کنترل‌کننده‌های مختلف را دریافت کرده و آن‌ها را به‌صورت گرافیکی در اتاق کنترل نمایش می‌دهد. اپراتورها می‌توانند از طریق این سیستم وضعیت تجهیزات، نمودارهای عملکرد، هشدارها و خطاهای احتمالی را مشاهده کنند و در صورت نیاز دستورات مدیریتی صادر کنند. به بیان ساده، SCADA بیشتر نقش نظارت، ثبت داده‌ها و نمایش وضعیت سیستم را بر عهده دارد.

به‌طور خلاصه می‌توان گفت هر یک از این سیستم‌ها نقش متفاوتی در اتوماسیون صنعتی دارند:

PLC بیشتر بر کنترل سریع ماشین‌ها و تجهیزات محلی تمرکز دارد.

DCS وظیفه مدیریت و پایدار نگه داشتن کل فرآیند صنعتی را بر عهده می‌گیرد.

و SCADA نقش نظارت، جمع‌آوری داده‌ها و نمایش وضعیت کارخانه برای اپراتورها را ایفا می‌کند.

امروزه با پیشرفت فناوری، این سیستم‌ها نیز در حال تحول هستند. استفاده از شبکه‌های صنعتی پیشرفته، تحلیل داده‌های تولید و حتی الگوریتم‌های هوش مصنوعی باعث شده کارخانه‌ها به سمت ساختارهایی هوشمندتر و خودکارتر حرکت کنند؛ تحولی که اغلب با عنوان «صنعت 4.0» شناخته می‌شود. در چنین ساختاری، سیستم‌های کنترل صنعتی نه‌تنها وظیفه کنترل تجهیزات را دارند، بلکه به ابزاری برای بهینه‌سازی تولید و افزایش بهره‌وری نیز تبدیل شده‌اند.

در نهایت، آنچه باعث می‌شود صدها دستگاه مختلف در یک کارخانه بدون اختلال و با هماهنگی کامل کار کنند، همین سیستم‌های کنترل صنعتی هستند. بدون این سیستم‌ها مدیریت فرآیندهای پیچیده تولید تقریباً غیرممکن خواهد بود و بسیاری از صنایع مدرن به شکل امروزی وجود نداشتند.

$$i(t) = I_m \sin(\omega t + \varphi)$$

$$v(t) = V_m \sin(\omega t)$$

$$\omega = 2\pi f$$

نیکولا تسلا (۱۸۵۶-۱۹۴۳)

نیکولا تسلا یکی از تأثیرگذارترین مهندسان تاریخ علم و فناوری است. او در سال ۱۸۵۶ در منطقه اسمیلیان، در امپراتوری اتریش (امروزه بخشی از کشور کرواسی) متولد شد. تسلا $Z = R$ از همان سال‌های نوجوانی علاقه زیادی به پدیده‌های الکتریکی و ماشین‌های الکتریکی داشت و این علاقه او را به سمت تحصیل در حوزه مهندسی برق سوق داد. توانایی او در تجسم ذهنی دستگاه‌ها و مدارهای پیچیده، ویژگی‌ای بود که بعدها نقش مهمی در فعالیتهای پژوهشی و اختراعاتش ایفا کرد.

تسلا در دهه ۱۸۸۰ برای ادامه فعالیت‌های علمی و صنعتی خود به ایالات متحده مهاجرت کرد. در آن زمان یکی از مهم‌ترین چالش‌های صنعت برق، انتخاب روش مناسب برای تولید و توزیع انرژی الکتریکی بود. تسلا با ارائه ایده‌ها و طراحی‌های نوآورانه در زمینه سیستم‌های چندفازی و موتورهای القایی، نقش مهمی در توسعه سیستم جریان متناوب (AC) ایفا کرد. این فناوری امکان انتقال انرژی الکتریکی در فواصل طولانی را با تلفات کمتر فراهم می‌کرد و در نهایت به پایه شکل‌گیری شبکه‌های برق مدرن در سراسر جهان تبدیل شد.

از جمله مهم‌ترین دستاوردهای علمی تسلا می‌توان به توسعه موتور القایی، طراحی سیستم‌های چندفازی انتقال توان، اختراع کوئل تسلا و انجام آزمایش‌های گسترده در زمینه فرکانس‌های بالا و میدان‌های الکترومغناطیسی اشاره کرد. بسیاری از پژوهش‌های او مسیر توسعه فناوری‌هایی مانند رادیو، ارتباطات بی‌سیم و سامانه‌های الکترومغناطیسی پیشرفته را هموار کردند. تسلا همچنین ایده‌هایی درباره انتقال بی‌سیم انرژی مطرح کرده بود که در زمان خود بسیار پیشرو محسوب می‌شدند.

اگرچه تسلا در سال‌های پایانی زندگی خود با مشکلات مالی و کمبود حمایت مواجه شد، اما ارزش علمی کارهای او در گذر زمان بیش از پیش آشکار شد. امروزه بسیاری از فناوری‌های بنیادی مهندسی برق، از سیستم‌های قدرت گرفته تا کاربردهای الکترومغناطیس، بر پایه مفاهیمی قرار دارند که تسلا در توسعه آن‌ها نقش داشته است.

نام نیکولا تسلا امروز نمادی از خلاقیت، نوآوری و نگاه آینده‌نگر در مهندسی برق است؛ مهندسی که ایده‌هایش نقش مهمی در شکل‌گیری زیرساخت‌های الکتریکی دنیای مدرن ایفا کرده‌اند.



pec[®]

@pec2journal



pec2journal@gmail.com