

## الکترونیک، صنعت

صنعت الکترونیک آن شاخه‌ای از فیزیک کاربردی را مشخص می‌کند که به پدیده و کاربردهای فنی ناشی از نکات زیر می‌پردازد:

الف) واکنش‌های متقابل الکترون‌ها بین خود (لوله‌ها یا دریچه‌های الکترونیک، سلول‌های فوتوالکترونیک، سلول‌های فوتوالکترونیک، لوله‌های اشعه ایکس)

ب) واکنش متقابل الکترون‌ها با شبکه‌های متبلور جامدات (نیمه‌هادی‌ها، ترانزیستور)

### اجزای الکترونیک

اجزای الکترونیک علاوه بر پایش واقعی و واحدهای تقویت‌کننده (دریچه‌های الکترونیک و نیمه‌هادی‌ها)، الکترونیک در مداریت خود سه جزء اساسی دیگر نیز به کار می‌برد:

1- مقاوم‌ها، که تشکیل شده‌اند، یا از یک سیم‌پیچ مقاوم در اطراف یک شکل عایق، یا برای بارهای الکترونیکی کوچک

از ورقه کربن با هدایت کم، یا گرافیت روی یک استوانه عایق‌کننده. واحد اندازه‌گیری مقاومت اهم است. ( $\Omega$ )

2- یک خازن (اغلب موسوم به کندانسور)، که به طور کلی تشکیل شده است از دو صفحه یا ورقه فلزی که از یکدیگر

به وسیله یک دی‌الکترونیک عایق شده‌اند، ظرفیت یک خازن به شکل هندسی صفحه‌ها و نوع و ضخامت دی‌الکترونیک

بستگی دارد. واحد اندازه‌گیری ظرفیت خازن فاراد ( $F$ ) است. در عمل واحدهای کوچکتر، میکروفاراد ( $\mu F$ ).

نانوفاراد ( $nF$ )، پیکوفاراد ( $pF$ ) بیشتر به کار برده می‌شوند.

3- یک سیم‌پیچ (کویل به نام القاء‌کننده یا واکنش‌کننده القاء نیز نامیده می‌شود) شامل دورهایی از سیم با یا بدون یک

مرکز آهنی است. واحد اندازه‌گیری القاء «هنری» ( $H$ ) است که در صنعت الکترونیک از یک واحد کوچکتر

«میلی‌هنری» ( $mH$ ) استفاده می‌شود.

مدارهای دریچه الکترونیکی را می‌توان نسل اولین نسل دستگاه الکترونیکی و مدارهایی را که در آن‌ها نیمه‌هادی‌ها جای دریچه‌ها

را گرفته‌اند به عنوان دومین نسل در نظر گرفت. نسل دوم دستگاه‌های کوچکتر، متراکم‌تر و اتلاف نیروی برق آن‌ها کمتر

است، زیرا به خصوص دیگر نیازی به گرم کردن دریچه‌ها نیست. پیشرفت در زمینه نیمه‌هادی و فن‌آوری هیدروکسید آهن،

پیشرفت فنون حکاکی دقیق، و... امکان داده است که مدارهای الکترونیکی هر چه بیشتر و کوچکتر شود و میکرومدارهایی

ساخته شود که مدارهای نیمه‌هادی خازن‌ها و القاء‌کننده‌ها در یک واحد منفرد به اندازه چند میلی‌متر مربع جمع گردند.

میکرومدار سومین نسل مدار الکترونیکی را تشکیل می‌دهد که با پتانسیل کارکردهای تولید درازمدت و مدارهای الکترونیکی

با استاندارد دقت بالا و امکان تولید دستگاه الکترونیکی بسیار متراکم مشخص می‌شوند. این دستگاه‌ها دارای ارزش خاصی

برای ساخت وسایل فرآیند داده‌ها و کاربردهای هوایی و نجومی هستند.

### مصارف

در نیمه اول قرن بیستم کاربردهای صنعتی الکترونیک تقریباً منحصر به مدارهای الکترونیکی دریچه‌ای، سلول‌های

فوتوالکترونیک و لوله‌های اشعه ایکس می‌شد، ولی از حدود سال 1950 به دنبال پیشرفت در زمینه فیزیک نیمه‌هادی،

الکترونیک تحول بزرگی در تمام زمینه‌های فناوری ایجاد کرد. این پیشرفت هنوز به اوج خود نرسیده است، زیرا دائماً

کاربردهای جدیدی برای الکترونیک کشف می‌شود و این شاخه جدید فناوری با دامنه رو به گسترش خود به طور کلی، عامل

تعیین‌کننده‌ای در رشد اقتصادی دارا می‌باشد. در ابتدا، خصوصیات تقویت‌کننده و تنظیم خودکار دریچه‌های الکترونیکی یا

لوله‌ها فقط در ارتباط تلفنی مورد استفاده قرار می‌گرفت، ولی به زودی مصارف دیگری برای تنظیم هدایت ماشین‌های برقی

و متعاقب آن خودکاری کامل فرآیندهای تولید پیدا شد. استفاده گسترده از ابداعات الکترونیکی در ارتباطات تلفنی،

جمع‌آوری و پردازش داده‌ها، سنجش از راه دور، پایش ایمنی و فنون اندازه‌گیری فقط قسمت کوچکی از بخش شناخته شده کل بازار اجزاء و مدارهای الکترونیکی به حساب می‌آید.

از سال 1960 دستگاه‌های الکترونیکی به طور وسیعی جایگزین دستگاه‌های الکترومکانیکی معمولی در مواردی چون کلیدهای فشاری، کلیدهای حرارتی، رابط‌ها، تنظیم‌کننده پایش خدمات و... شده است. در ابتدا، ابداعات دارای قدرت نسبتاً کمی بودند و بنابراین کاربرد آن‌ها محدود بوده ولی در این زمینه از نیروی الکترونیکی، نیمه‌هادی یا دریچه‌های الکترونیکی هم اکنون جایگزین بخشی از تماس مداری در بعضی کاربردها شده است.

با وجود این، استفاده عمده از مدارهای الکترونیکی در تقویت، اندازه‌گیری و نظارت صورت می‌گیرد. از نظر کمی، بیشترین استفاده از الکترونیک در وسایل سرگرم‌کننده، به خصوص در وسایل ایجاد صوت و تصویر مانند رادیوها، تلویزیون و گرامافون‌ها، که در سرتاسر دنیا به طور انبوه تولید می‌شوند، صورت می‌گیرد. واحدهای الکترونیکی صنعتی نیز به مقادیر زیاد تولید می‌شود، ولی این وسایل را باید معمولاً با نیاز خاص تطبیق داد و در نتیجه تولید قطعات منفرد نسبتاً کم است، به هر حال، به نظر می‌رسد که اطمینان افزایش یافته است. بالاخره، احتمالاً بیشترین استقبال از وسایل الکترونیکی صنعتی اکنون در داده‌پردازی و خودکارسازی صورت می‌گیرد. از مصارف دیگر الکترونیک هنوز هم باید استفاده متداول از واحدهای پایش الکترونیکی مدارها را ذکر کرد. در ضمن سومین نسل از دستگاه‌های الکترونیک نیز پیشرفت کرده است.

فزونی پیشرفت‌های فناوری، اکنون ساخت قطعات الکترونیکی را با موفقیت روبه‌رو کرده است، به طوری که استفاده از عناصر جداگانه برای مقاومت، ظرفیت و القاء می‌تواند کنار گذاشته شود و از نیمه‌هادی‌ها و فرآیندهای فوتومکانیکی برای تولید مدارها استفاده شود. این عناصر دارای ظرفیت بیشتری بوده و مزیت دیگر آن‌ها فضاگیری کم آن‌ها نسبت به شیوه‌های قبلی می‌باشد.

پیشرفت ماشین‌های حساب رایج فقط یک مثال از این فن است. در عین حال، مدارها به اندازه‌ای کوچک‌تر شده‌اند که دستگاه پایش برای اکثر فرآیندهای پیچیده را می‌توان در چند دهم متر مکعب جای داد. البته دستگاه‌های محیطی به کار برده شده برای تبدیل انگیزش‌های آنچه که به «ریزپردازنده» (میکروپروسور) مرسوم است، به علائم بازده مورد نیاز هنوز احتیاج به فضای بیشتری دارد.

این نوع ریزپردازنده‌ها را می‌توان برای پایش عملیات آماده‌سازی و تکمیل در کارگاه‌های ماشین و خطوط تولید به کار برد. مکالمه تلفنی را به سرتاسر دنیا گسترش داد، واحدهای پولی مختلف را تمیز داد و به یکدیگر تبدیل نمود. ماشین‌های پردازش داده‌ها که در همه دنیا معروف استف مثال دیگری از این دستگاه‌های الکترونیکی می‌باشد، که نه فقط می‌تواند پردازش داده‌ها را انجام دهد، بلکه می‌تواند ایجاد یک حافظه کندو حتی به طور مستقل برنامه‌ریزی شود. این بدین معنی است که رفتار را می‌توان به طور الکترونیکی تنظیم کرد و لذا تعیین کرد که چگونه یک ابزار تنظیم کننده برای انتخاب اجزای متشکل باید متفاوت باشد. در آینده خیلی نزدیک مدارهای الکترونیکی عملیات برنامه‌ریزی پرهزینه را بسیار ساده خواهد کرد.

با هزینه‌های ساخت نسبتاً کم چنین ریزپردازنده‌هایی، در آینده ممکن خواهد شد، که مثلاً آن‌ها را در داده‌پردازی به کار گیریم. یعنی یک واحد مرکزی با دو ریزپرداز مرکزی که به طور موازی کار می‌کنند دارای دو دستگاه بگیر و بازده باشند. این کار همچنین امکان می‌دهد که برنامه عملکرد را زیاد کرده و به عملیات رایانه اعتماد بیشتری داشته باشیم. حتی در صورت خرابی بعضی از قسمت‌های ماشین، دستگاه قادر به ادامه کار خواهد بود.

به موازات همه این‌ها، پایش الکترونیکی نیروی بازده، که اهمیت فزاینده‌ای در مراقبت کردن جریان‌های الکتریکی سنگین دارد، پیشرفت کرده است. به طور مثال، استفاده از «سیلیکون تراستور» منجر به پیدایش تصحیح‌کننده‌ها (رکتیفایرها)، مبدل‌ها، درون‌گردان‌ها (اینورتر) و همچنین دستگاه‌های پایش و تنظیم جریانف ولتاژ و تواتر شده است. تصحیح سرعت و

افت نیروی چرخش، که معمولاً در ماشین‌های محرک دیده می‌شود، در ابتدا با کمک واحدهای الکترونیکی امکان پذیر شد. دنیا هنوز شاهد شروع پیشرفت‌های جدیدی است که به وسیله وسایل الکترونیکی امکان پذیر شده است.

## مخاطرات و پیشگیری از آنها

در صنعت الکترونیک هم از مواد رایج در مهندسی دقیق، مانند فولاد، مس، آلومینیوم، شیشه و پلاستیک استفاده می‌شود و هم از مواد خاصی مثل ژرمانیوم و سیلیکون، که به صورت خاص یا به شکل آلیاژ، برای تولید نیمه‌هادی‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند.

اجزای تشکیل دهنده مدار و مدارهای کامل معمولاً، به وسیله لحیم کردن با یک آلیاژ سرب - روی به یکدیگر متصل می‌شوند. اگر لحیم کاری برای مدت طولانی ادامه یابد، ممکن است کارگاه نیاز به تهویه خروجی داشته باشد، زیرا دودهای سرب، روی و رزین همه دارای اثر سمی هستند. مخازن لحیم مذاب ماشین‌های چاپ مداری نیز باید دارای تهویه خارج کننده باشند و نواحی تبخیر و سرمایه‌ش را هم در برگیرد.

از سیستم‌های اپوکسی رزین و پلی‌استر، اکنون به طور وسیعی به عنوان مواد عایق کننده استفاده می‌شود، کلروفتالین به عنوان دی‌الکتریک و پوشش محافظ خازن‌ها به کار می‌رود. یک روش رایج این است که هر یک از اجزای تشکیل دهنده را تک تک در ظرفی ریخته و در یک قطعه رزین صنعتی مقاوم در مقابل ضربه و آب قالبگیری کنند. شیوه‌های اپوکسی رزین و پلی‌استر مورد استفاده از نوع دو جزئی هستند، پلی‌استرها را با یک پراکساید و اپوکسی‌ها را با ترکیب فنلی عمل می‌آورند. گرد کوارتز اغلب برای بهبود استحکام و ظاهر به روش اضافه می‌شود. کلوروفتالین‌ها و مخصوصاً مواد سخت کننده رزین دارای اثر محرک روی پوست بوده و در درازمدت می‌توانند سبب آسیب‌های شدید پوست شده و منجر به حساسیت دائم شوند. در نتیجه، در نقاطی که یان رزین‌ها به کار برده می‌شوند، باید تهویه خارج کننده خوب نصب شود. باید کارگران از تماس با این مواد پرهیز کنند، از ابزارها، پوشش محافظ و دستکش‌های محافظ استفاده نمایند، و مواد خنثی کننده برای پاک کردن پوست در دسترس باشد. مواد زاید یا فوراً تخلیه و یا در ظروف پر از آب نگهداری شوند.

مواد سخت کننده پراکساید آلی دارای اثر زیان آور شدیدی روی چشم‌ها هستند و می‌توانند سبب نابینایی شوند. کارگران از باید در مکان‌هایی که سخت کننده‌ها با رزین رقیق نشده است، از محافظ چشم استفاده نمایند. استفاده از گرد کوارتز برای دستگاه تنفس خطر قابل ملاحظه‌ای دارد و کارگران باید هنگام به کار بردن گرد بسیار ریز، یا سایش و پرداخت اقلامی که حاوی آن می‌باشند، به وسیله دستگاه تهویه خارج کننده و دستگاه محافظ تنفسی حفاظت شوند. افراد باید قبل از استخدام و قبل از شروع به کار کردن با روش‌های رزینی مورد آزمایش پزشکی قرار گیرند و در فواصل مناسب نیز (برای مثال هر 6 الی 12 ماه) معاینات پزشکی آن‌ها تکرار شود.

سایر مخاطرات شغلی در تهیه صفحات مدار چاپی که به وسیله فرآیند چاپ شبکه‌ای تهیه می‌شوند و در ساخت اجزای تشکیل دهنده که هر دو آن‌ها با استفاده از مواد شیمیایی خطرناک متعدد انجام می‌گیرد دیده می‌شود. نمونه بارز این مورد در ساخت اجزای تشکیل دهنده، جایی که ترکیبات «سیلان» مصرف می‌شود، که هر دو نیز بی‌ثبات و شدیداً واکنش می‌کنند به وجود می‌آید. رعایت احتیاط‌های ایمنی دقیق بسیار ضروری است.

تهیه صفحات مدار چاپی از صفحات «افست» در اسس یک فرآیند قلم کاری است و با یک مثبت یا منفی شروع می‌شود که در فرآیند چاپ برای تهیه شبکه و به طور مستقیم در فرآیند تصویر گرفتن یا عکاسی مورد استفاده قرار می‌گیرد. طی فرآیند چاپ مشبک، مسیرهای مدار، نقاط لحیم شده و سطوح مس در طرح مدار به وسیله یک لایه زنگ ضد حاکایی پوشیده می‌شود.

از تعداد زیادی مواد سمی خطرناک در کار چاپ استفاده می‌شود. این مواد ممکن است قابل انفجار، خورنده و برای سلامتی خطر آفرین باشد. باید مراقبت شود که :

الف) از پیدایش مخلوط‌های خطرناک قابل اشتعال یا قابل انفجار حلال‌ها در هوا جلوگیری شود و منابع انفجار احتمالی محصور گردد.

ب) کلیه منابع احتمالی احتراق چنین مخلوط‌های انفجاری حذف شود.

ج) اقدامات لازم برای جلوگیری از گسترش آثار انفجار اتخاذ گردد.

در اتاق‌های کار عمومی فقط دو مورد اول را معمولاً می‌توان اجراء کرد.

نسبت به خطرهای بهداشتی ناشی از تراکم مواد سمی هوابرد در مواردی که اندازه‌گیری‌های مکرر مبین رسیدن یا تجاوز آن‌ها از ارزش‌های حد مجاز است و یا بررسی پزشکی نشان داده است که چنین خطرهای بهداشتی وجود دارند، باید توجه خاصی مبذول شود. برای حفاظت در این گونه موارد، می‌توان از تهویه خروجی برای فرایندهای چاپ و ترکیب لازم برای شستن صفحه‌ها در داخل یک محفظه بهره برد.

در فرایند فتوکپی لایه‌ای حساس به نور سطوح صفحه مدار چاپ شده، که روی آن طرح «مدار باید کپی شود» کشیده می‌شود. مس اضافی از صفحه‌های مدار چاپ شده به وسیله فرآیند ساده زدایش گالوانیکی برداشته می‌شود. طرح مدار چاپ شده که باید دوباره ایجاد شود، در مدت تماس با نور و فرآیند ظهور محافظت می‌شود و به وسیله محلول حکاکی پاک نمی‌شود.

در کارگاه‌هایی که حکاکی انجام می‌گیرد باید نکات زیر رعایت شود:

1- کف کارگاه‌ها باید در برابر اسید مقاوم، زمین غیر لغزنده و دارای زهکشی مناسب برای دفع آب‌های اضافی باشند.

شبکه‌ها و تخته‌های زیر پا باید در برابر اسید مقاوم باشند و ایجاد خطر لغزش نکنند یا نیاز به با نوک پا راه رفتن نباشد.

2- دستگاه‌های برقی و مواد حداقل باید از محیط‌های خیس و دمدار حفاظت شوند.

3- تهویه خارج کننده باید در اطراف محل‌هایی نصب شود که گازهای سمی یا دود ایجاد می‌کنند.

4- خوردن، نوشیدن و سیگار کشیدن یا ذخیره‌کردن مواد غذایی در اتاق اسیدشویی باید ممنوع گردد.

5- کارکنان باید به طور منظم، حداقل یک بار در سال دوباره وظایف خود از نظر احتیاط‌های لازم آموزش ببینند.

6- مایعات استفاده شده یا پاشیده شده باید فوراً با آب زیاد شسته شود.

7- وسیله شستشوی چشم باید برای استفاده فوری در یک مکان مشخص همراه با سایر وسایل کمک‌های اولیه و عوامل خنثی کننده آماده باشد.

8- اسیدها و مواد شیمیایی سوزاننده باید طوری نگهداری شوند که درباره آنها اشتباه رخ ندهد.

9- مایعات مورد استفاده در فرآیند حکاکی باید در ظروف در بسته جایجا شوند.

10- از پوشش محافظ، شامل دستکش‌های لاستیکی، لباس‌های مقاوم در برابر اسید و حفاظ چشم باید استفاده کرد.

11- کارکنانی که با مواد قلیایی جامد و اسیدهای خشک سروکار دارند باید از بیل و انبر استفاده کنند.

12- برای پرکردن خمره‌ها یا مخازن فقط باید از آب سرد استفاده شود، زیرا تجربه نشان داده است که حرارت زیادی ممکن است به علت واکنش گرمازا تولید شود.

13- این قبیل کارها کارها باید فقط به وسیله کارگران آموزش دیده و واجد صلاحیت انجام شود. فرایندهای پی‌درپی مورد استفاده در ساخت و سوار کردن یک مدار الکترونیکی را می‌توان در تصویر زیر ملاحظه کرد، که شامل نمودار تولید نمونه الکترونیکی با تماس‌های لبه‌ای است و ممکن است آن را در یک محفظه پلاستیکی جای داد. از نمودار می‌توان یک شبکه چاپ تهیه کرد و سپس مدار را روی تخته‌های اپوکسی رزین پوشیده از یک لایه مسی تقویت شده به وسیله پشم‌شیشه چاپ مشبک کرد. ماده جلادهنده مورد مصرف برای چاپ در مقابل محلول کلرور مس

حکاکی مقاوم است، سپس تخته در آن غوطه‌ور می‌شود و در نهایت آن قسمت از مدار که مربوط به نمودار است باقی می‌ماند. صفحه آبکشی و سوراخ‌ها و شکاف‌های آن برای اجزا و تماس‌های مختلف پاک می‌شود، ماده جلادهنده روی مسیر رسانا نشسته و مدار آزمایش می‌گردد.

اجزای گوناگون در یک ماشین مونتاژ به صفحه اضافه می‌شوند (اگرچه بعضی قسمت‌ها ممکن است به وسیله دست مونتاژ شوند) و به طور خودکار در جای خود لحیم می‌شوند. بالاخره کل مدار در محفظه قرار گرفته و آزمایش می‌شود. خطر حوادث در زمان آزمایش به علت ماهیت خودکار فرآیند و قرار گرفتن کل مدار در محفظه‌ای عایق به حداقل رسیده است. مراقبت و پاکیزگی در ساخت محصولاتی از این نوع در صنعت الکترونیک، تضمین‌کننده یک محیط کاری کاملاً بی‌خطر، بدون حادثه و بیماری شغلی است. هزینه سنگین مورد احتیاج برای تضمین پاکیزگی، نظارت و اعتبار تمام وسایل باید بسط پیدا کند تا ایمنی شغلی و بهداشت تأمین و ثبات کیفیت محصولات برای مدت زمان طولانی ادامه یابد. تجربه نشان داده است که در موسسات الکترونیک که همدلی و همکاری مداوم بین کارکنان وجود دارد و بهداشت صنعتی رعایت می‌شود، کیفیت محصولات بالا و خسارات ناشی از کوتاهی‌ها ناچیز است.