



**Namatek**  
True Education

[www.namatek.com](http://www.namatek.com)

# Logic Circuit

مدار منطقی چیست؟

## فهرست مطالب

۱. مدار منطقی چیست؟
۲. مدار منطقی در گذر زمان
۳. انواع مدار منطقی
۴. کاربرد مدار منطقی چیست؟
۵. مزایای مدارهای منطقی
۶. معایب مدارهای منطقی

در هر دستگاه دیجیتالی مانند رایانه یا تبلت، تعدادی مدار دیجیتال پیدا خواهید کرد. مدارهای منطقی با استفاده از سیگنال‌های دیجیتال یا ورودی‌های دیجیتال، خروجی‌های دیجیتال تولید می‌نمایند و اطلاعات دیجیتال را دست‌کاری می‌کند. به دلیل این که سیگنال‌های دیجیتال می‌توانند برای نمایش اعداد باینری استفاده شوند، مدارهای منطقی با استفاده از سیگنال‌های دیجیتال می‌توانند ریاضیات باینری را دست‌کاری کنند که این باعث می‌شود نقش این مدارها بسیار مهم باشد. در این مقاله قصد داریم نگاهی به دنیای دیجیتال داشته باشیم و به سوالاتی همچون مدار منطقی چیست و چه کاربردهایی در مهندسی و دنیای مدارهای الکتریکی دارد، پاسخ دهیم.

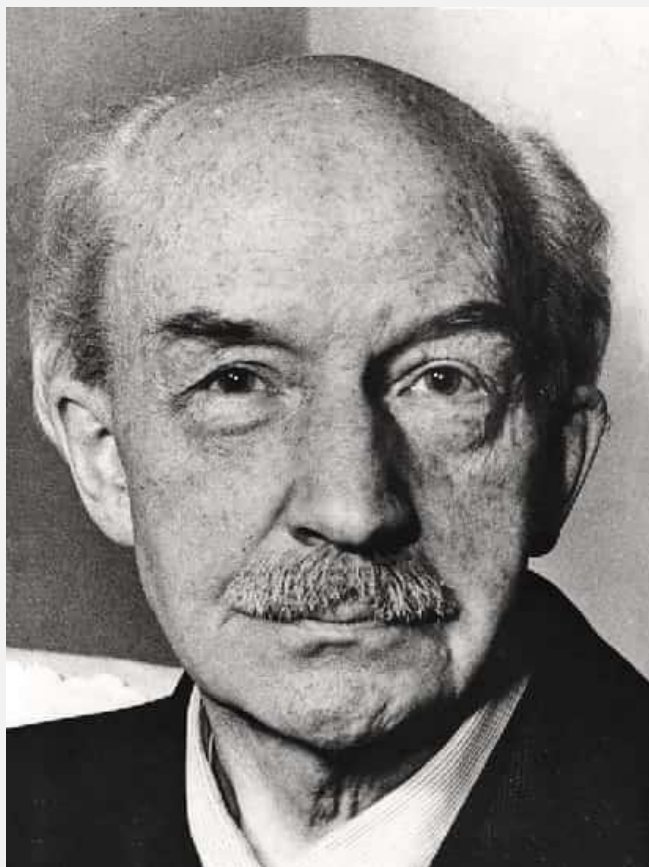
## مدار منطقی چیست؟



در پاسخ به این سوال که مدار منطقی چیست، می‌توان گفت که مدار منطقی مداری است که یک عملکرد پردازش یا کنترل را در یک کامپیوتر اجرا می‌کند. این مدار عملیات منطقی را بر روی اطلاعات برای پردازش آن‌ها اجرا می‌نماید. مدارهای منطقی دارای ورودی و همچنین دارای

خروجی‌هایی هستند که می‌توانند به ورودی‌ها وابسته باشند. مدارهای منطقی از دو مقدار برای یک کمیت فیزیکی معین (مثلاً ولتاژ) برای نشان دادن مقادیر بولی true و false یا ۱ و ۰ استفاده می‌کنند. در نمودارهای مدار منطقی، اتصال از خروجی یک مدار به ورودی مدار دیگر به صورت نوک پیکان در انتهای ورودی نمایش داده می‌شود. مدارهای منطقی معمولاً به صورت الکترونیکی و با استفاده از قطعاتی مانند دیودها و ترانزیستورها ساخته می‌شوند. همچنین این مدارها می‌توانند از رله، دستگاه‌های نوری، سیالات و در برخی موارد عناصر مکانیکی در ساختار خود استفاده کنند. هنگامی که رله‌ها در مدارهای منطقی استفاده می‌شوند، به دلیل این که کنتاکت‌های یک رله می‌توانند در هر دو جهت هدایت شوند، آزمایشی انجام می‌گردد تا اطمینان حاصل شود که جریان فقط در جهت مورد نظر جریان دارد. وقتی صحبت از عملکرد به میان می‌آید، مدارهای منطقی شبیه توابع زبان برنامه‌نویسی هستند. ورودی‌های مدار، مشابه پارامترهای تابع هستند در حالی که خروجی‌ها مشابه مقادیر بازگشتی تابع هستند. در ضمن یک مدار منطقی می‌تواند چندین خروجی را در خود جای دهد.

## مدار منطقی در گذر زمان



اولین گیت مدرن AND در سال ۱۹۲۴ توسط والتر بوته تولید شد. سپس کنراد زوزه یکی از اولین گیت‌های منطقی را طراحی کرد و ساخت که از سال ۱۹۳۵ تا ۱۹۳۸ برای کامپیوتر استفاده شد. از آن زمان گیت‌های منطقی و مدارهای منطقی به این دلیل که رایانه‌ها سریع و هوشمند هستند و در طیف وسیعی از سیستم‌های الکتریکی مورد استفاده قرار می‌گیرند، جزء حیاتی سیستم‌های دیجیتال و شبکه‌های الکتریکی بوده‌اند.

## انواع مدار منطقی



- برای مدارهای منطقی دو نوع کلی متصور است که به شرح زیر می‌باشند:
- **مدار ترکیبی:** مدارهایی هستند که خروجی آن‌ها فقط به ورودی‌ها بستگی دارد و اگر ورودی‌ها تغییر کنند، خروجی نیز بلافاصله تغییر می‌کند و ترکیب ورودی‌ها تعیین می‌کنند که خروجی یا خروجی‌ها چه خواهد بود.
  - **مدار ترتیبی:** این نوع گیت مانند یک روش شی‌گرا عمل می‌کند و خروجی تنها براساس ورودی نیست و مبتنی بر ورودی‌های گذشته است و این امر با حافظه تعبیه‌شده در مدار امکان‌پذیر می‌شود.
- این دو نوع مدار منطقی دست به دست هم داده و یک مسیر داده پردازنده را تشکیل می‌دهند. مسیر داده یک پردازنده از نظر مفهومی به دو بخش سازماندهی شده است:
- منطق ترکیبی، وضعیت پردازنده را برای چرخه clock بعدی تعیین می‌کند. ALU یک منطق ترکیبی است.

- عناصر ترتیبی، اطلاعاتی در مورد وضعیت پردازنده در طول چرخه clock جاری نگه می‌دارند. همه رجیسترها عناصر ترتیبی هستند.

## مدار ترکیبی



مدارهای ترکیبی از نظر تئوری از گیت‌های منطقی پایه ساخته می‌شوند که عبارت‌اند از:

- گیت‌های AND
- گیت‌های OR
- گیت‌های XOR
- اینورترها

خروجی گیت‌ها در مدارهای ترکیبی هرگز مستقیماً به ورودی‌های قبلی ارسال نمی‌شود. یک گیت AND می‌تواند هر تعداد ورودی داشته باشد و خروجی آن زمانی true است که همه ورودی‌های آن true باشند و اغلب برای کنترل یک سیگنال، یعنی برای روشن یا خاموش کردن آن، بسته به مقدار سیگنال‌های کنترلی استفاده می‌گردد. گیت OR می‌تواند هر تعداد ورودی داشته باشد و خروجی آن، زمانی true است که هر یک از ورودی‌های آن true باشد. گیت XOR دو ورودی دارد. خروجی آن زمانی true است که فقط ورودی‌های آن true باشد؛ در غیر این صورت false برمی‌گردد.

گیت XOR گاهی اوقات برای کنترل یک سیگنال استفاده می‌شود، یعنی بسته به مقدار یک سیگنال ممکن است کنترل آن را معکوس کند. بلوک دیاگرام یک مدار منطق ترکیبی به شکل زیر است:

## 1) ویژگی‌های مدار ترکیبی

۱. خروجی فقط به ورودی فعلی بستگی دارد.
۲. سرعت سریع است.
۳. به راحتی طراحی شده است.
۴. هیچ بازخوردی بین ورودی و خروجی وجود ندارد.
۵. برای عملیات حسابی و همچنین عملیات بولی استفاده می‌شود.
۶. مدارهای ترکیبی قابلیت ذخیره هیچ حالتی را ندارند.
۷. از آنجایی که مدارهای ترکیبی clock ندارند، نیازی به راه‌اندازی ندارند.
۸. این مدارها هیچ عنصر حافظه ای ندارند.
۹. استفاده و جابه‌جایی آن آسان است.

## 2) کاربرد گیت‌ها در مدارهای ترکیبی

اما کاربرد گیت‌های ترکیبی به عنوان مدار منطقی چیست؟ گیت‌های منطقی پایه را می‌توان برای تشکیل انواع واحدهای سطح بالاتر ترکیب کرد:

### • مسیریابی

◦ **مالتی پلکسرها:** این اجزا، چندین سیگنال ورودی داده و یک ورودی کنترل دارند و خروجی با یکی از ورودی‌ها یکسان است و مقدار سیگنال کنترل تعیین می‌کند که کدام ورودی باید در نظر گرفته شود.



◦ **دی مالتی پلکسرها:** این گیت‌ها دارای یک سیگنال ورودی داده، یک ورودی کنترلی و چندین سیگنال خروجی هستند. همه سیگنال‌های خروجی به‌جز سیگنالی که توسط ورودی کنترل انتخاب شده است، ◦ (false) هستند و خروجی انتخاب‌شده با ورودی داده یکسان است.

## • محاسباتی

◦ **جمع کننده‌های کامل:** این نوع گیت، یک ستون از یک جمع دودویی را انجام می‌دهد. جمع کننده‌های کامل بلوک اصلی برای جمع کننده‌های چند بیتی و تفریق هستند.

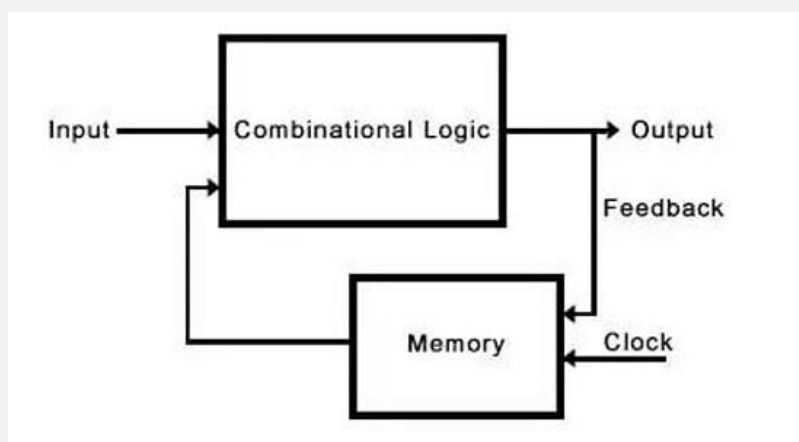
◦ **جمع کننده‌ها و تفریق کننده‌ها:** این مدارها برای جمع یا تفریق دو عدد باینری یا دو عدد مکمل کار می‌کند. یک تفریق‌کننده فقط یک جمع‌کننده با مدار اضافی است که به آن اجازه می‌دهد یک عملیات دو مکمل را روی یکی از ورودی‌ها انجام دهد. آن‌ها معمولاً برای انجام جمع یا تفریق مطابق با سیگنال کنترل طراحی شده‌اند.

◦ **مقایسه کننده‌ها:** این گیت، دو عدد باینری یا دو عدد مکمل را با هم مقایسه می‌کند.

## مدار ترتیبی

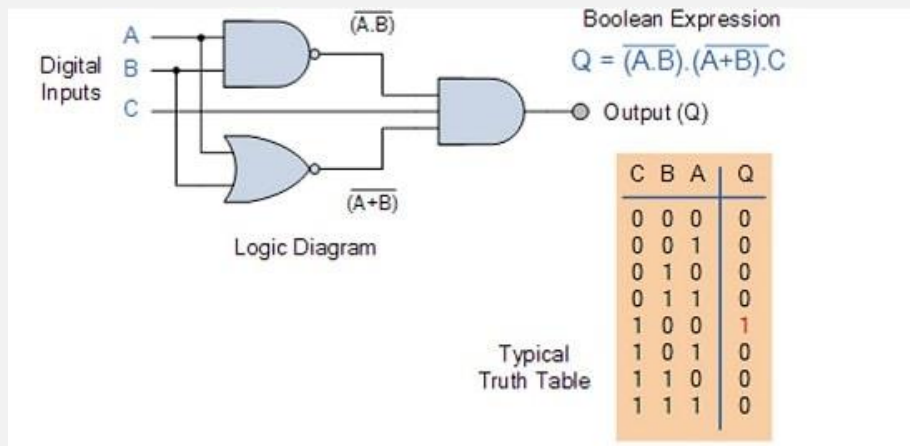
مدارهای ترتیبی شبیه به روش شی‌گرا با مقادیر وابسته به وضعیت شی یا وابسته به متغیرهای نمونه آن است. مدار ترتیبی حاوی هر چیزی است که می‌تواند بیت‌های اطلاعات، از جمله حافظه، ثبات‌ها و شمارنده‌های برنامه را به‌خاطر بیاورد. عنصر اصلی این مدارها یک فلیپ فلاپ است.

فلیپ فلاپ یک بیت داده را ذخیره می‌کند و چند فلیپ فلاپ را می‌توان برای تشکیل یک عنصر حالت چند بیتی به نام ثبات ترکیب کرد. چندین ثبات را می‌توان در یک بانک ثبات ترکیب کرد. بلوک دیاگرام یک مدار منطقی ترتیبی به صورت زیر است:



سه روش اصلی برای تعیین عملکرد یک مدار منطقی ترکیبی وجود دارد که عبارت‌اند از:

- **جبر بولی:** این روش، عبارت جبری را تشکیل می‌دهد که نشان دهنده عملکرد مدار منطقی برای هر متغیر ورودی اعم از True یا False است که منجر به خروجی منطقی "۱" می‌شود.
- **جدول حقیقت:** یک جدول حقیقت، عملکرد یک گیت منطقی را با ارائه یک لیست مختصر از تمام حالات خروجی گیت به شکل جدولی برای هر ترکیب احتمالی از متغیر ورودی نشان می‌دهد.
- **نمودار منطقی:** این یک نمایش گرافیکی از یک مدار منطقی است که سیم‌کشی و اتصالات هر گیت منطقی را نشان می‌دهد که با یک نماد گرافیکی خاص نشان داده می‌شود که مدار منطقی را پیاده‌سازی می‌کند و هر سه این نمایش مدار منطقی در زیر نشان داده شده است:



## 1) ویژگی‌های مدار ترتیبی

برای پاسخ به این که ویژگی‌های نوع ترتیبی مدار منطقی چیست؟ می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

۱. در این مدارها خروجی به ورودی حال و همچنین گذشته بستگی دارد.
۲. سرعت کند است.
۳. در مقایسه با مدارهای ترکیبی طراحی سختی دارند.
۴. یک مسیر بازخورد بین ورودی و خروجی وجود دارد.
۵. به زمان بستگی دارند.
۶. عمدتاً برای ذخیره‌سازی داده‌ها استفاده می‌شوند.
۷. مدارهای ترتیبی قابلیت ذخیره هر حالت یا حفظ حالت قبلی را دارند.
۸. از آنجایی که مدارهای ترتیبی وابسته به clock هستند، نیاز به راه اندازی دارند.
۹. این مدارها دارای عنصر حافظه هستند.
۱۰. استفاده و کنترل آن‌ها آسان نیست.

## 2) انواع مدار ترتیبی

برای مدارهای ترتیبی دو نوع کلی وجود دارد و اما کاربرد این نوع مدار منطقی در ادامه آمده است:

- مدارهای ترتیبی همزمان: در این مدارها ورودی clock یکسان، تمام عناصر حافظه را همانند شمارنده‌های سنکرون همگام می‌کند.
- مدارهای ترتیبی ناهمزمان: در این مدارها clock خارجی وجود ندارد. با این حال ورودی‌های clock، ورودی‌های پالس را از منابع یا عناصر دیگر در مدار دریافت می‌کنند مانند شمارنده‌های ناهمزمان.

## کاربرد مدار منطقی چیست؟



مدارهای منطقی در طیف وسیعی از سیستم‌ها و شبکه‌های الکترونیکی مختلف برای انجام تعدادی از وظایف مختلف استفاده می‌شوند. این مدارها را می‌توان برای موارد زیر استفاده کرد:

- حافظه کامپیوتر
- برنامه‌نویسی PLC
- برنامه‌ریزی مدار ماشین/تجهیزات
- مالتی پلکسرها
- رجیسترها

- واحدهای منطقی حسابی
  - ریزپردازنده‌ها
  - میکروکنترلرها
  - ساعت‌های دیجیتال و هوشمند
  - گوشی‌های هوشمند و غیره
- از نظر مهندسی برق، توابع و مدارهای منطقی به شدت در برنامه نویسی PLC ها و سایر اجزای منطق قابل برنامه‌ریزی استفاده می‌شوند. توابع گیت که شامل AND، OR، NOT، NAND/NOR و XOR/XNOR می‌شوند، می‌توانند همراه با ورودی‌ها و خروجی‌های PLC برای به‌دست آوردن کنترل کامل ماشین یا تجهیزات استفاده شوند. یک مثال از آن، استفاده از تابع AND است. در یک برنامه PLC می‌توان از منطق برنامه استفاده کرد تا بگوییم برای تغذیه خروجی ۱ مدار باید دارای ورودی ۱ و ورودی ۲ با استفاده از تابع گیت AND باشد. اگر فقط یکی از ورودی‌ها در حالت ON باشد، خروجی راه اندازی نمی‌شود. تابع به این معنی است که ما به هر دو  $I_1$  و  $I_2$  نیاز خواهیم داشت؛ ولی موارد مصرف این نوع مدار منطقی چیست؟ از گیت‌های منطقی می‌توان برای ایجاد مدار یا برنامه الکترونیکی پیچیده‌تر استفاده کرد که این می‌تواند به برنامه‌نویسان توانایی تنظیم برنامه‌های پیچیده برای ماشین‌آلات و سیستم‌های الکتریکی پیچیده را بدهد.

## مزایای مدارهای منطقی

مدارهای منطقی، عملیات منطقی را از طرف منطق های بولی انجام می‌دهند. مدارهای منطقی عمدتاً به‌صورت الکترونیکی با استفاده از

دیودهای نیمه هادی یا ترانزیستور اجرا می‌شوند؛ اما می‌توان آن را با استفاده از گیت‌های منطقی پایه مختلف که توسط رله‌های الکترومغناطیسی و سیالات پیاده‌سازی می‌شوند، ساخت. در دنیای واقعی از انواع مختلفی از مدارهای منطقی برای حل مسائل پیچیده زمان واقعی استفاده می‌شوند. انواع مختلفی از مزایا وجود دارد که یک لبه مثبت برای استفاده از گیت‌های منطقی را فراهم می‌کند.

مزایای مختلف مدارهای منطقی به شرح زیر هستند:

- مدارهای منطقی این قابلیت را دارند که نویز ورودی را تصحیح کنند که منجر به عدم تغییر صحیح سیگنال از ۰ ولت به ۵ ولت به ترتیب برای ۰ و ۱ می‌شوند. این یک توانایی است که در مدارهای منطقی مورد نظر است و معمولاً در سراسر صنعت استفاده می‌شود.
  - از آنجایی که گیت‌های منطقی پایه مانند AND، OR، NOT، TTL و غیره گران نیستند. بنابراین استفاده از گیت‌های منطقی در طراحی و استفاده هزینه کمتری دارد.
  - فناوری مدرن از مدارهای منطقی برای کنترل عملیات استفاده می‌کند. عملیات مدارهای منطقی توسط نرم افزار کنترل می‌شود، بنابراین توابع جدید بدون تغییر سخت افزار اضافه می‌شوند.
  - زمان سوئیچینگ بسیار سریع‌تر از مدارهای آنالوگ است.
- مدارهای منطقی بهترین ابزارهای کاربردی در تکنولوژی مدرن هستند؛ اما معایبی نیز دارند. برای اطلاع از این که معایب مدار منطقی چیست با ما همراه باشید.

## معایب مدارهای منطقی



از معایب مدار منطقی می‌توان موارد زیر را یاد کرد:

- مدارهای منطقی انرژی بیشتری را نسبت به مدارهای دیگر مانند مدارهای آنالوگ برای انجام همان وظایف مصرف می‌کنند. در نتیجه مدار گرمای بیشتری تولید می‌کند. این می‌تواند محدودکننده استفاده از مدارهای منطقی باشد.
- برای فعال‌سازی، مدارهای منطقی به سیستم قدرت یعنی سیستم‌های قدرت قابل حمل یا باتری که قدرت محدودی دارند، نیاز دارند.

## نتیجه‌گیری

در عصر دیجیتال امروز، وسایل الکترونیکی به بخشی ضروری از زندگی ما تبدیل شده‌اند. از تلفن‌های هوشمند گرفته تا لپ‌تاپ‌ها، ما برای ارتباط و سرگرمی خود به فناوری تکیه می‌کنیم. یکی از اجزای سازنده الکترونیک دیجیتال، مدارهای منطقی است. این مدارها وظیفه پردازش و دستکاری سیگنال‌های دیجیتال را بر عهده دارند و این امکان را برای کامپیوترها فراهم

می‌کنند تا کارهای پیچیده‌ای را انجام دهند. این مدارها انواع مختلفی دارند که هرکدام کاربردهای متفاوتی را ارائه می‌دهند.