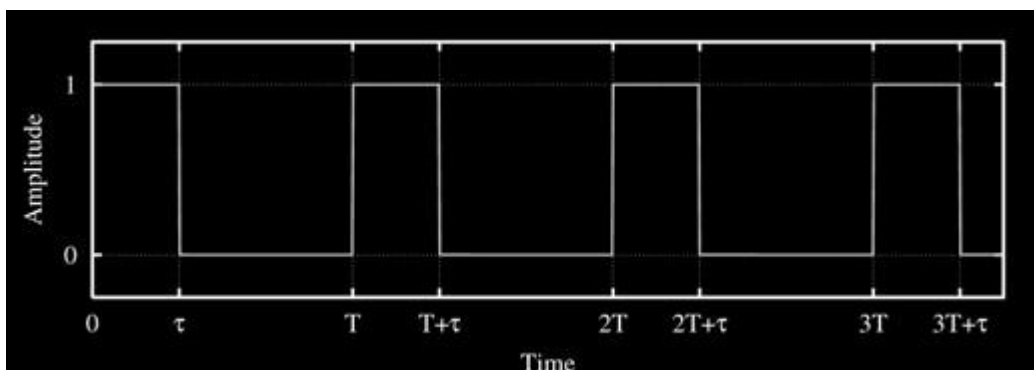


به نام خدا

PWM و کاربردهای آن در ساخت ربات

### PWM چیست ؟

قطار پالس به مجموعه ای از ۰ و ۱ های پشت سر هم می گویند که توسط هر منبعی می تواند ایجاد شده باشد . مثل ورودی که به یک چراغ چشمک زن می دهیم و هر ثانیه یک بار چراغ را خاموش و روشن می کند . شکل زیر نمودار یک قطار پالس را نشان می دهد . محور عمودی سطح ولتاژ و محور افقی بازه زمانی است .



pwm که مخفف Pulse Width Modulation و به معنی مدولاسیون پهنای (بازه زمانی) پالس است ، در حقیقت یعنی دستکاری طول زمانی ۰ و ۱ بودن یک قطار پالس به منظور انجام یک کار یا انتقال یک مفهوم . ضمناً گاهی به جای pwm از واژه pdm استفاده می شود که مخفف pulse duration modulation و به معنای مدولاسیون دوره پالس و کاملاً منطبق بر مفاهیم pwm است .

خب ، در خیلی از میکرو کنترلر های AVR که در سطوح پایه و آموزشی استفاده می شود خروجی آنالوگ وجود ندارد ، البته میکروکنترلر های رایجی هم هستند که خروجی آنالوگ دارند و در بازار به راحتی در دسترس است .

فرض کنید می خواهیم یک لامپ را با نصف نور عادی اش روشن کنیم ، در صورتی که به آن ۱ دهیم کاملاً روشن می شود و در صورتی که به آن ۰ دهیم کاملاً خاموش و بی نور است . راه حل این است که با سرعت بسیار بالا ، پایه ای که به لامپ وصل است را ۰ و ۱ کنیم . ( پایه دوم لامپ هم به طور ثابت به زمین / منفی وصل است ) در نتیجه لامپ با سرعت بالا روشن و خاموش می شود ، این سرعت می تواند انقدر بالا باشد که ما تصور کنیم لامپ با نور کم روشن شده . در این مساله از تکنیک pwm برای روشن کردن یک لامپ با توانی کمتر از توان واقعی اش استفاده کردیم . این تکنیک می تواند در خصوص موتور ها بسیار کارا باشد .

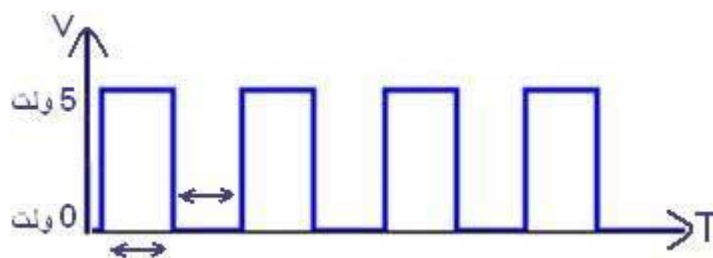
### یادآوری

همانطور که می‌دانید سطح ولتاژ پایه‌های خروجی میکروکنترلر منطقی است، یعنی پایه‌ای که برای کنترل موتور ربات استفاده می‌شود فقط می‌تواند ۰ یا ۱ باشد. ما ۲ پایه از میکروکنترلر را به حرکت ربات اختصاص می‌دهیم، برای صدور دستور حرکت، باید یک پایه را ۰ و پایه دیگر را ۱ کنیم، در این حالت بین ۲ پایه‌ی موتور اختلاف پتانسیل برقرار می‌شود و حرکت می‌کند. اگر هم بخواهیم موتور معکوس بچرخد، باید پایه‌ای که ۱ بود ۰، و پایه‌ای که ۰ بود را ۱ کنیم؛ و برای توقف موتور، باید هر دو پایه را ۰ یا هر دو پایه را ۱ کنیم (تا بین ۲ پایه‌ی موتور اختلاف پتانسیل ۰ ولت باشد). در نتیجه در حالت عادی ما فقط ۲ فرمان "حرکت" و "توقف" را می‌توانیم به موتورهای بدهیم، و هیچ کنترلی بر روی سرعت موتور نداریم. البته این توقف یک توقف ترمزی است یعنی موتور در برابر حرکت مقاومت می‌کند و به علت نداشتن اختلاف پتانسیل در دو سر خود محکم شده و سرعت آن کمتر شده و حتی ممکن است گاهی از حرکت باز ایستد. معمولاً وقتی می‌گوییم موتور خاموش است که دو سرش ول باشند و به هیچ ولتاژ یا جریانی متصل نباشند، اما در حالت توقف این اتفاق نمی‌افتد.

PWM تکنیکی است که یکی از کاربردهای آن کنترل توان است و به کمک آن می‌توانیم ولتاژ پایه‌های خروجی میکروکنترلر، و در نتیجه توان موتور یا سایر قطعات جانبی که به میکروکنترلر متصل می‌شود را کنترل کنیم.

### PWM موتور

در این روش، ما با سرعت بالایی سطح ولتاژ خروجی را ۰ و بلافاصله ۱ می‌کنیم (مثلاً هزار بار در ثانیه)، نمودار ولتاژ خروجی بر حسب زمان به شکل زیر می‌شود.



نمودار بالا ولتاژ خروجی این پایه بر حسب زمان است.

در شکل بالا جمع ۲ بازه‌ای که با فلش‌های ۲ طرفه نشان داده شده است، (به عنوان مثال) ۱۰ میلی‌ثانیه است. که ۵ میلی‌ثانیه خروجی ۱ و سپس ۵ میلی‌ثانیه ۰ می‌شود. اما همانطور که گفته شد، این عمل هزاران بار در ثانیه تکرار می‌شود، اما آیا موتور نیز به همین تعداد در ثانیه روشن و خاموش می‌شود؟

جواب کاملاً مثبت است در حالی که در آموزش‌های سایت رشد مدرس رباتیک ذکر کردند جواب منفی است !!! در واقع موتور انقدر سریع روشن و خاموش می‌شود که با سرعتی تقریباً معادل نصف سرعت واقعی اش کار می‌کند.



اگر دوست دارید ساخت یک ربات ساده رو تجربه کنید می تونید با بسته آموزشی رباتیک تازه کار همراه بشید . این بسته شامل یک سری سازه های مکانیکی و یک مدار کنترل برای ساخت یک ربات ابتدایی هست و می تونید سازه ها رو دوباره باز کنید و با اضافه کردن قطعات دیگه و مدارات پیشرفته تر مکانیک بهتری برای ربات های بعدتون بسازید .

**ROBOCHIP.IR**

✓ البته این نکته را متذکر می شوم که بهتر است اگر کار خوبی را یاد گرفتید شیوه انجام درست آن کار را هم بیاموزید و یک کار خوب را درست اجرا کنید . در اینجا هم با اینکه تکنیک pwm را یاد گرفتید اما باید بدانید که اجرای آن به شیوه فوق الذکر مناسب نیست و چند علت دارد که در درس بعدی به آن ها اشاره می کنم .

حال فرض کنید ما می خواهیم یک موتور یا لامپ با ۸۰ درصد حالت عادی روشن شود کافی است نسبت مدت ۱ بودن به طول بازه ۸۰ درصد باشد یعنی اگر در بازه های ۱۰ میلی ثانیه ای ۸ میلی ثانیه ۱ و ۲ میلی ثانیه ۰ داشته باشید این نوع ۰ و ۱ شدن یک پایه می تواند یک موتور یا لامپ را با توان ۸۰ درصد راه اندازی کند.

در بسیاری از موارد این اتفاق را با مقدار تقریبی ولتاژ معرفی می کنند یعنی وقتی PWM یک موتور را در حالت ۸۰ درصد قرار می دهیم و اون موتور ۵ ولت است توان موتور شبیه به موتور است که ۸۰ درصد ۵ ولت یعنی ۴ ولت به آن وصل شده .

در حقیقت رفتار مصرف کننده هنگام استفاده از PWM شبیه به این است که همان مصرف کننده به یک ولتاژ حدود ولتاژ زیر وصل شده باشد :

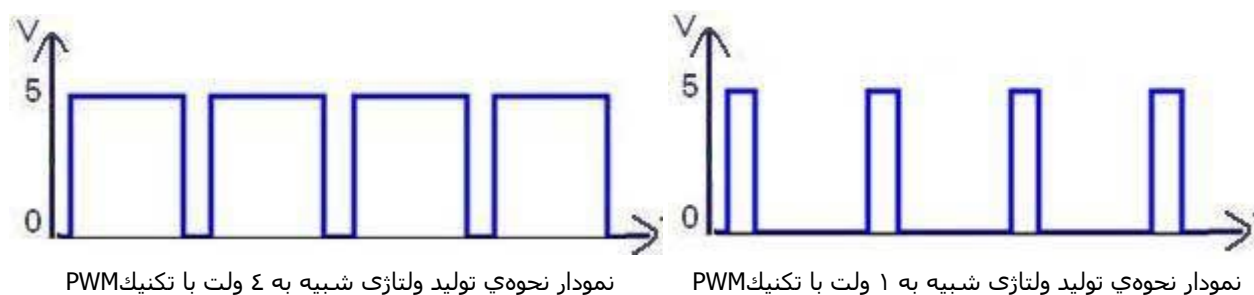
$$V_{out} = 5 \times \left[ \frac{\text{طول بازه‌ای که خروجی ۱ است}}{\text{طول کل بازه}} \right] \text{ تقریبی}$$

پس طبق رابطه بالا ، برای ایجاد ولتاژ ۴ ولت ، می‌توان به جای استفاده از بازه‌های ۸ و ۲ میلی ثانیه‌ای، از بازه‌های ۴ و ۱ میکرو ثانیه‌ای هم استفاده کرد . (یعنی ۴ میکرو ثانیه ۵ ولت ، ۱ میکرو ثانیه ۰ ولت )

چرا ؟

یعنی ۴ میکرو ثانیه ولتاژ ۱ است و کل بازه ۵ میکرو ثانیه است  $\rightarrow x = 4 \div 5 \rightarrow V_{out} = 5 \times x$  در نتیجه ۱ میکرو ثانیه هم ۰ خواهد بود .

نمودار ولتاژهای ۴ ولت و ۱ ولت در زیر نشان داده شده است :



حال ببینیم چگونه می‌توان برنامه‌ای نوشت تا بر روی پایه‌ای دلخواه از میکروکنترلر PWM برای ولتاژی شبیه به ۴ ولت ایجاد کرد .

هر دستوری که بر روی خروجی‌های میکروکنترلر قرار می‌گیرد ، تا زمانی که دستور بعدی، خروجی را تغییر ندهد، آن خروجی تغییری نخواهد کرد. یعنی مثلاً زمانی که پایه‌ای را ۱ می‌کنیم، تا زمانی که با دستور دیگری آن پایه را ۰ کنیم، مقدار خروجی آن پایه ۱ خواهد ماند. به این عمل اصطلاحاً Latch کردن می‌گویند . Latch به معنای نگاه داشتن است .

میکروکنترلر همواره اطلاعاتی که بر روی خروجی قرار می‌دهد را Latch می‌کند و تا زمانی که اطلاعات جدید بر روی پایه قرار نگیرد ، اطلاعات قبلی را تغییر نمی‌دهد .

در نتیجه ، مثلاً اگر می‌خواهیم پایه‌ای را ۵ میکروثانیه ۱ و سپس ۰ کنیم ، کفایت پایه مورد نظر را ۱ کنیم و ۵ میلی ثانیه در برنامه تاخیر ایجاد کنیم و سپس پایه مورد نظر را ۰ کنیم . پس وقتی می‌خواهیم مثلاً بر روی پایه‌ی B.۴ ، یک PWM برای ولتاژ ۲.۵ ولت ایجاد کنیم ، باید به شکل زیر عمل کنیم :

```
while(۱)
{
PORTB.۴=۱;
تاخیر ۵ میکرو ثانیه
PORTB.۴=۰;
تاخیر ۵ میکرو ثانیه
}
```

در بالا يك حلقه بي‌نهایت تعريف شده است که بر روی پایه B.۴، يك PWM برای ۲.۵ ولت ایجاد می‌کند .

در جلسه آینده با توابعي که برای ایجاد تاخیر (delay) در برنامه استفاده می‌شوند آشنا خواهید شد. همچنین می‌آموزید که چگونه می‌توان از سخت افزار های کمکی PWM میکروکنترلرهای خانواده ي AVR استفاده کنید چون این برنامه در واقع یک pwm دستی است در حالی که میکروهای AVR ابزار های کمکی خوبی در این خصوص در اختیار برنامه نویس قرار می دهند

آموزشهای رباتیک طبقه بندی شده توسط کمیته مهندسی رباتیک / nrec.ir ( طرح ساماندهی آموزش رباتیک در

اینترنت ) برگرفته از سایت رشد مخصوص رده سنی ۱۳ تا ۲۵ سال

گردآوری و ویرایش اولیه - ویرایش علمی و گرافیکی نهایی : زهره دارابیان



فروشگاه عرضه قطعات الکترونیک ، مکانیک و رباتیک

*RoboChip.ir*