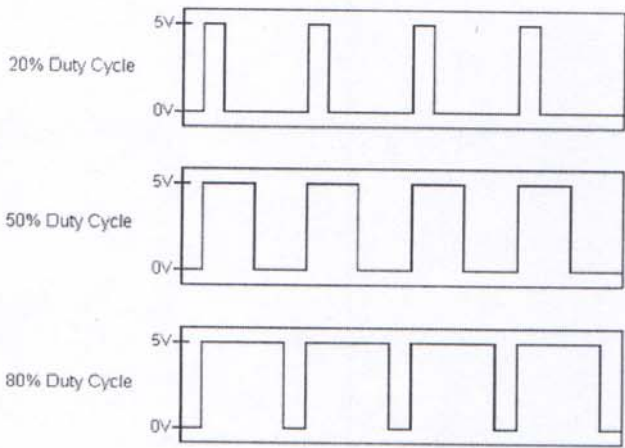
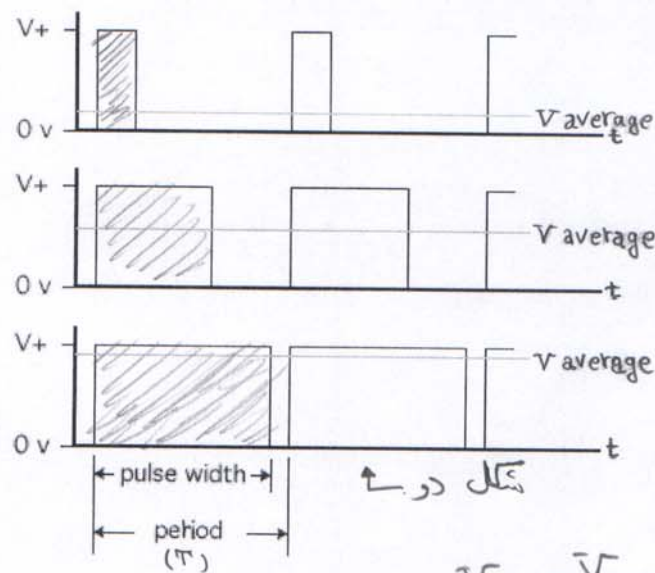


مدولاسیون پهنای پالس یا PWM؛ در این نوع مدولاسیون دامنه سیگنال بصورت مغزویک منطقی و ثابت بوده و فرکانس خروجی نیز در حالت استاندارد ثابت باید باشد. در حالی که فقط پهنای پالس خروجی، بجای Duty cycle یا همان درصد زمان روشن بودن نسبت به کل زمان پیوسته خروجی هست که در تغییر خواهد بود. (به شکل ۱ مراجعه شود).

PWM یکی از حالت‌های تایمر-کانترهای میکروکنترلرهای خانواده AVR می باشد که بیشترین کاربرد آن در تولید صوت آنالوگ و کنترل موتورهای DC می باشد. در AVR ATmega326 به دو نوع ۸ و ۱۶ بیتی قابل استفاده است (مراجعه به کاربردهای ATM32).



شکل یک



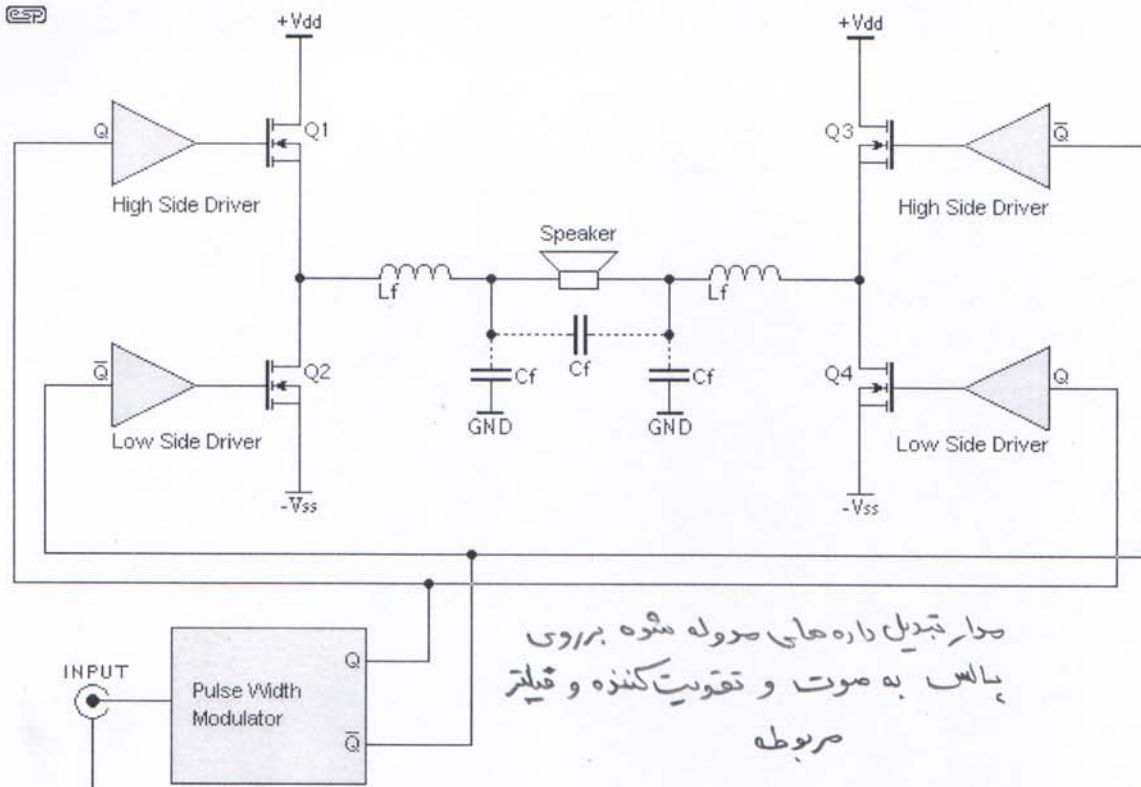
شکل دو

$$V_{DC} = V_{AV} = \frac{1}{T} \int_0^T V_o f(t) dt$$

مساحت سطح زیر نمودار در یک پریود کامل، پرورد سیگنال

هرچه قدر سطح زیر نمودار نسبت به پرورد کل بزرگتر باشد، مقدار سطح DC (طبق فرمول و شکل دو) بیشتر خواهد بود.

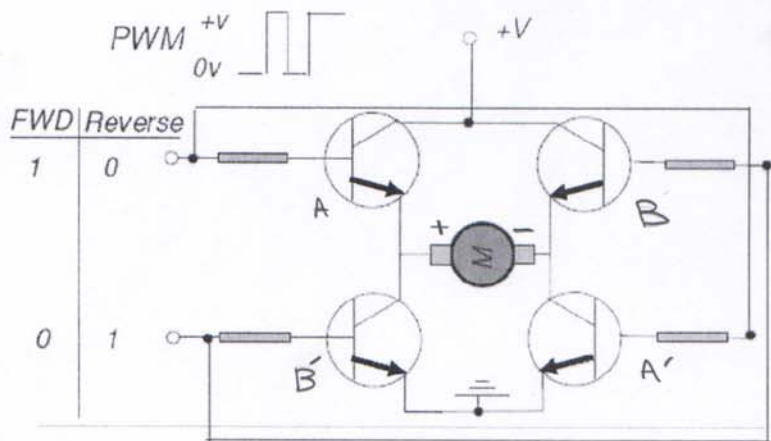
چون میکروکنترلرها بر اساس ساختار دیجیتال طراحی می شوند لذا کلیه خروجی‌های آنها به نحوی بصورت لاجیک بوده و نمی توانند مستقیماً سیگنال آنالوگ را در خروجی تولید کنند. لذا تنها راه حل استفاده از روش‌هایی بر اساس خروجی پالس می باشد تا یک سیگنال معادل آنالوگ را تولید نمود. عبارتی یک D→A راست است. برای مثال در تولید یک سیگنال برای صوت ضبط شده بصورت دیجیتال در حافظه باید توسط آنالوگ خروجی تولید شود، سپس تقویت و به بلندگو ارسال شود. طبق فرمول کلی زیر که مربوط به مقدار متوسط یک سیگنال است که مقدار متوسط یا  $V_{AV}$  برابر با  $V_{DC}$  می باشد، می توان  $V_{DC}$  را در خروجی بین حداقل صفر و حداکثر ولت دیجیتال تغییر داد که پس از تقویت قابل انتقال به بلندگو یا هر وسیله مورد نیاز می باشد:



مدار تبدیل باره های صوتی شده به صوتی  
پالس به صوت و تقویت کننده و فیلتر  
مربوطه

همانطوریکه گفته شد، از مهم ترین کاربردهای این نوع سیگنال (PWM) در کنترل سرعت موتورهای DC می باشد. چون در موتورهای DC نمی توان با کاهش ولتاژ و یا جریان، سرعت را بدون کاهش قابل توجه درگشتاور، کاهش داد، لذا باید روشی مانند روش PWM را پیش رو گرفت که با استفاده از مساحت سطح زیر نمودار پالس های متوالی بشود مقدار  $V_{av}$  یا همان  $V_{dc}$  را به نحوی تغییر داد تا گشتاور کمتر تحت تاثیر قرار گیرد.

برای راه اندازی موتورهای DC با این روش، به نحوی که بتوان موتورها را به هرجهتی که کاربر مایل است و با هر سرعتی که می خواهد کنترل نمود، نیاز به مدار سخت افزار ترانزیستوری زیر بانام



درایور H می باشد. با کمی دقت و لحظه ی کنید که ترانزیستورهای این مدار دو به دو از بیس به هم متصل هستند. عبارتی اگر ترانزیستور A روشن کنیم، ترانزیستور A' هم روشن خواهد شد و به همین ترتیب B و B'.

صیر بیس ترانزیستورها به سیگنال PWM

تولید شده از طریق های مختلف (میکروکنترلر) متصل می شود. باید دقت نمود هرگز هر دو گروه ترانزیستور A و B نباید همزمان روشن شوند چون باعث سوختن موتور و مدار می گردند. باید فقط یک گروه روشن و گروه دیگر خاموش باشد. اگر A و A' روشن هستند یا B و B'

3/ خاموش شوند در این حالت پالس های PWM باعث پهن شدن ترانزیستورهای A و A' شده

در نتیجه جریان از کلکتور A وارد و از سر مثبت (+) موتور آله را روشن نموده و سپس از سر منفی موتور خارج می شود و وارد کلکتور A' شده و از امپتر آن به زمین باز می گردد. باید توجه کرد که A و A' به وسیله پالس های صوتی PWM که عرض آنها می تواند متغیر باشد بایاس می شوند و شروع به اشباع و قطع شدن همزمان می نمایند.

هرگاه همین پالس ها به بیس ترانزیستورهای B و B' اعمال شده و بیس A و A' خاموش بمانند، آنگاه جریان از سر منفی (-) وارد موتور DC شده و باعث چرخش در جهت عکس می گردد.

باید توجه داشت که  $+V$  در این مدار جریان و منبع تغذیه موتور DC می باشد و GND کلی مدار باید به GND میکرو یا هر فولدر پالس دیگری بصورت مستقیم یا از زوله شده جهت جلوگیری از انتقال نویز متصل باشد.

هرچه قدر طول مدت زمان روشن بودن (Duty cycle درصد) پالس های PWM بیشتر باشد صورت موتور DC بیشتر خواهد بود، و بالعکس.

برای تولید سیگنال PWM در میکرو باید توجه داشت که

- فرکانس خروجی PWM ثابت و قابل تقسیم از قبل می باشد. ( $\frac{1}{F} = T$ ) [سرعت شمارش بیت ها]  
- ریزولوشن دقت پهنای زمان روشن بودن یا خاموش بودن هر پالس از قبل تقسیم می شود. که از همان ابتدای برنامه مقدار بیت های شماره شده که بین 8، 9، 10 بیت خواهد بود تقسیم می گردد.

- مدت زمان روشن بودن که همان حالت CLEAR UP شماره PWM می باشد و نیز مدت زمان خاموش بودن که همان حالت CLEAR DOWN شماره PWM می باشد می تواند در این اجرای برنامه توسط برنامه نوشته شده توسط کاربر تغییر نماید.

این صفحه ویژه درس میکروکنترلی باشد

برای مثال موتور DC در دسترس ما با فرکانس حداقل 5MHz و حداکثر 1MHz کاری کن.  
 حال می خواهیم با حداکثر دقت و سرعت آن را به نیمی از 1/40 به 1/90 رسانیم و  
 پس 1 دقیقه حرکت با سرعت 1/90 آن را به آزادی به حالت خلوص در آوریم.

```
# RegFile = "M16 Def.DAT"
```

```
# Crystal = 8000000
```

```
Config timer1 = PWM, PWM=10, Prescale=8, compare A PWM=Clear up,  

    compare B PWM=Disconnect
```

```
ENABLE Timer 1
```

```
DIM M as word
```

```
M = 410
```

```
Start timer1
```

```
PWM1A = M
```

```
DO
```

```
INCR PWM1A
```

```
WaitUS 500
```

```
Loop until PWM1A >= 521
```

```
Wait 1
```

```
DO
```

```
DECR PWM1A
```

```
WaitUS 500
```

```
Loop until PWM1A <= 1
```

```
END
```

چراها؟

PWM=10

چون بیشترین دقت در بهارش  
 پهنای عرض پالس PWM در حالت  
 شماره 10 بیتی است و روی مسئله  
 از ما خواسته با حداکثر دقت سرعت  
 کنترل شود.

Prescale=8

چون فرکانس حداکثر قابل استفاده  
 برای موتور DC در دسترس 1MHz  
 بوده لذا از آنهایی که فرکانس کاری  
 میکرو 8 MHz انتخاب شده بود پس برای  
 تبدیل آن باید به یکی از اعداد مجاز  
 که در صفحه (175) کتاب ذکر شده می توان  
 تقسیم نمود بطوریکه فرکانس بدست آمده بین  
 فرکانس مجاز باشد.

M=410

چون سرعت اولیه 1/40 تقسیم شده بود  
 لذا  $1/4 \times 1023$  که حداکثر شماره شماره  
 PWM ده بیتی می تواند باشد برابر 409 بود که  
 410 پس از تقریب انتخاب شده است.