

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

آزمایشگاه میکروکنترلر ۸۰۵۱

(دانشکده فنی تهران جنوب)

مبدل آنالوگ به دیجیتال (ADC 0804)

گردآورنده :

مهدی کمان گری

www.kamangari.blogfa.com

www.ir-micro.com



در جلسه ی گذشته با عملکرد LCD کاراکتری و برنامه های مربوط به آن آشنا شدیم .
در این جلسه نیز قصد داریم با تراشه ی مبدل آنالوگ به دیجیتال (ADC 0804) آشنا شده و با برنامه ای کاربردی ، عملکرد آن را توضیح دهیم . در ابتدا توضیح مختصری را در مورد ADC ارائه می کنیم .

آشنایی با ADC 0804 :

همانطور که می دانیم تمامی سیگنالهای طبیعت و جهان اطراف ما آنالوگ است . اما پردازش ، توسط ماشین ، بر روی داده های دیجیتال صورت می گیرد . در نتیجه این سوال بوجود می آید که اگر بخواهیم یکی از متغیر های محیط را به عنوان ورودی به یک سیستم پردازشی مانند میکروکنترلر یا میکروپروسسور بدهیم ، چگونه متغیر آنالوگ را به دیجیتال تبدیل کنیم ؟

آی سی هایی وجود دارند که با نام مبدل آنالوگ به دیجیتال (Analog to Digital Converter) عمل می کنند که خانواده ADC080X از مشهورترین آنها هستند .

آی سی های ADC0801-ADC0804 مبدل آنالوگ به دیجیتال یک کاناله هستند و ADC0808 یک مبدل ۸ کاناله است ؛ به این معنی که می تواند ۸ ورودی را با استفاده از ۳ پایه سلکتور به دیجیتال تبدیل کند. با استفاده از پایه های سلکتور ، طراح تعیین می کند که در هر زمان کدام ورودی به دیجیتال تبدیل شود .

پس از معرفی آی سی ، از آن به همراه ۸۰۵۱ برای نمایش داده بر روی LCD استفاده خواهیم کرد .

در شکل زیر ، آی سی ADC 0804 را می بینید . این آی سی 20 پایه است .

ADC0804			
\overline{CS}	1	20	V_{CC}
\overline{RD}	2	19	CLK R
\overline{WR}	3	18	D0
CLK IN	4	17	D1
\overline{INTR}	5	16	D2
V_{in+}	6	15	D3
V_{in-}	7	14	D4
A GND	8	13	D5
$V_{ref/2}$	9	12	D6
D GND	10	11	D7

برای کار با این تراشه ، ابتدا باید کمیتی را که می خواهیم به دیجیتال تبدیل کنیم، را بوسیله سنسور دریافت کرده و به ولتاژ تبدیل کنیم . سپس این ولتاژ را در پایه های ورودی آی سی ، به بازه ۰ - ۵ ولت انتقال دهیم . آی سی ، متغیر مورد نظر را پس از تبدیل کردن به دیجیتال به بازه ۰ تا ۲۵۵ خواهد برد که با استفاده از یک تناسب ساده از روی عدد تبدیل شده خواهیم فهمید که مقدار واقعی عدد چقدر بوده است .

پایه های $Vin(+)$ و $Vin(-)$:

اختلاف ولتاژی که به عنوان ورودی باید به آی سی داده شود ، توسط پایه های $Vin(+)$ و $Vin(-)$ دریافت خواهد شد. به عبارت دیگر ، این دو پایه ، ورودی تقویت کننده ی تفاضلی ADC می باشند که تفاضل آنها همان ولتاژ ورودی است . یعنی :

$$Vin = Vin(+) - Vin(-)$$

آی سی اختلاف ولتاژ این دو پایه را اندازه خواهد گرفت و به دیجیتال تبدیل خواهد کرد . عموماً اختلاف ولتاژ نسبت به زمین سنجیده می شود . در این حالت پایه ی $Vin(-)$ به زمین مدار متصل شده و $Vin(+)$ ، به سنسور ، پتانسیومتر و یا دیگر قطعات آنالوگ وصل می گردد .

پایه ی CS:

این پایه برای انتخاب تراشه می باشد و با سطح صفر فعال می گردد . به بیان دیگر ، برای فعال کردن آی سی ، از پایه ی CS که مخفف Chip select است ، استفاده می شود . لذا این پایه باید به زمین مدار یا ولتاژ low متصل گردد تا آی سی فعال شود.

پایه ی WR:

این پایه برای نوشتن ولتاژ آنالوگ بر روی تراشه می باشد . به عبارت دیگر ، برای شروع تبدیل باید به این پایه ، یک پالس پایین رونده اعمال کنیم . (این پایه با لبه منفی یعنی لبه ای که در آن ولتاژ مثبت به منفی می رود ، عمل می کند .)

پایه ی INTR:

بعد از شروع تبدیل ، این پایه به یک منطقی می رود که نشانه ی مشغول بودن تراشه برای تبدیل آنالوگ به دیجیتال است و وقتی به صفر منطقی برود ، بیانگر پایان تبدیل است و ما می توانیم داده ی دیجیتال را بخوانیم .

پایه ی RD:

پس از پایان تبدیل این پایه که با سطح صفر است باید فعال شود تا داده های دیجیتال را از رجیستر داخلی ADC بخوانیم .

پایه های D0-D7:

این پایه ها ، خروجی ADC بعد از تبدیل می باشند که آنها را به یکی از پورتهای میکروکنترلر وصل می کنیم .

خلاصه ای از مراحل عملکرد تراشه ی ADC :

در زمانی که آی سی فعال است ، در صورتی که پایه ی WR با نام Write را صفر کنیم ، آی سی ، اندازه اختلاف ولتاژ دو سر $V_{in}(-)$ و $V_{in}(+)$ را به دیجیتال تبدیل می کند و بر روی پایه های DB0-DB7 قرار می دهد . عمل تبدیل چیزی حدود ۱۰۰ میکرو ثانیه به طول خواهد انجامید . پس از کامل شدن عملیات ، آی سی پایه INTR را صفر می کند . صفر بودن این پایه بدین معناست که مقدار موجود بر روی پایه های داده مقدار معتبری است و عمل تبدیل به پایان رسیده است . لذا از پایه ی INTR می توان برای اتصال به میکرو پروسور یا میکروکنترلر به عنوان ورودی وقفه استفاده کرد که با صفر شدن ، برنامه ، داده را بخواند .

تذکر : به یاد داشته باشید که پایه های $WR, CS, INTR$ همگی فعال صفر (Active Low) هستند .

چند پایه ی دیگر :

* دو پایه با نامهای AGND و DGND در شکل موجود هستند . این دو پایه زمین آنالوگ و دیجیتال مدار هستند که در اکثر موارد هر دو را به تنها زمین مدار متصل می کنند .

* پایه دیگر این آی سی پایه ی $V_{ref}/2$ است . با این پایه تعیین می کنیم که محدوده ی ورودی آی سی در چه گستره ای است . این پایه به $V_{max}/2$ ورودی متصل خواهد شد . برای مثال در صورتی که آی سی قرار است ورودی ۰ تا ۵ ولت داشته باشد، این پایه باید به ولتاژ ۲٫۵ ولت متصل شود . در تعیین سطح ولتاژ ورودی در قسمت طراحی ، محدوده ی مجاز برای این آی سی را باید در نظر بگیریم .

$$\frac{V_{REF}}{2} = \frac{(V_{MAX} - V_{MIN})}{2}$$

* در بیشتر کاربردها پایه CS را به زمین متصل می کنند و هر زمان که بخواهند داده موجود بر ورودی را به دیجیتال تبدیل کنند ، پایه ی WR را ابتدا set و سپس CLR می کنند تا لبه منفی ایجاد شود . بسته به کاربرد های مختلف ، نویز ورودی به مدار مورد استفاده ، متغیر است . لذا بهتر است همیشه از خازن هایی به عنوان نویز گیر استفاده کنیم . مثلاً به پایه VCC ، یک خازن الکتrolیتی ۱۰ میکرو فاراد را زمین کنیم .

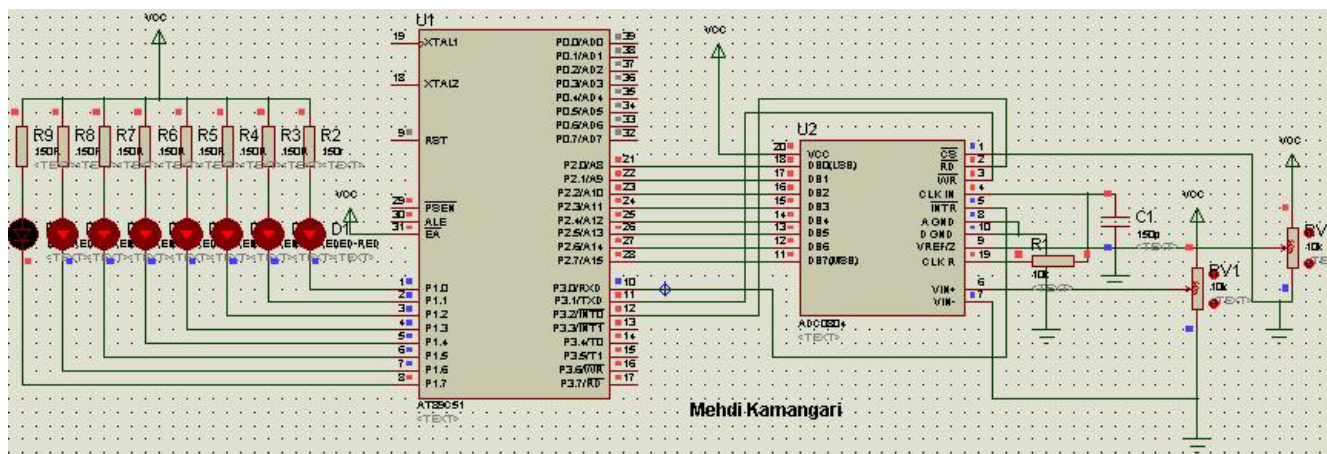
* دو پایه ی $CLKR, CLKIN$ مربوط به اسیلاتور داخلی ADC می باشند که می توان از رابطه ی زیر ، مقدار فرکانس تراشه را تنظیم نمود . این فرکانس با کمک مقاومت و خازن متصل به پایه های مذکور ، بدست می آید که مقدار ماکزیمم آن ، ۱۱۰ میکرو ثانیه می باشد .

$$f = \frac{1}{1.1RC} = \frac{1}{110\mu s} \Rightarrow R = 10K, C = 150Pf$$

تمرین :

می خواهیم با تغییر یک ولوم 10K که به ورودی ADC وصل است ، داده های متناسب با مقدار آنالوگ را توسط میکروکنترلر از پورت P2 دریافت کرده و آن را بر روی پورت P1 که به LED ها (یا LOGIC PROBE) متصل است ، نمایش دهیم .

حل : با طراحی سخت افزار این مدار به شکل زیر ، برنامه ی مورد نظر را نگارش می کنیم .



WWW.KAMANGARI.BLOGFA.COM

برنامه :

```

ORG 00H
START: MOV P2,#0FFH
      CLR P3.1
      NOP
      NOP
      NOP
      SETB P3.1
BACK:  JB P3.0,BACK
      CLR P3.2
      NOP
      NOP
      MOV A,P2
      CPL A
      MOV P1,A
      SETB P3.2
DELAY:
      MOV R2,#8
LOOP2: MOV R1,#250

```

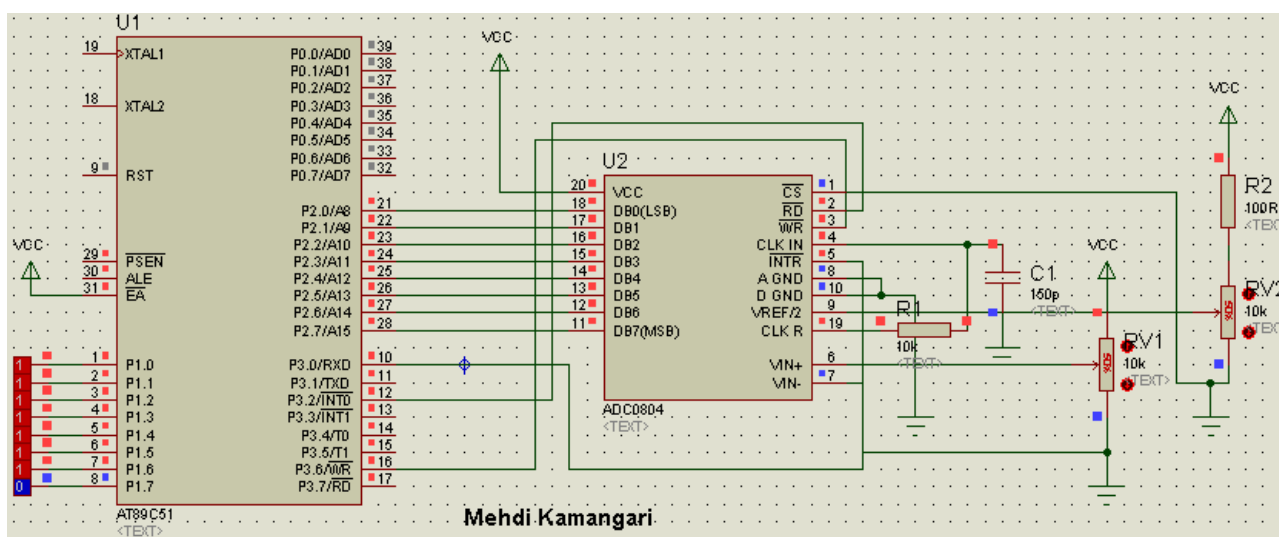
```

LOOP1: MOV R0,#250
LOOP0: DJNZ R0,LOOP0
      DJNZ R1,LOOP1
      DJNZ R2,LOOP2
      JMP START
      END

```

شرح عملکرد مدار و روش محاسبه ی مقدار آنالوگ :

با توجه به مقادیر دیجیتالی بدست آمده ، می خواهیم مقدار آنالوگ (در اینجا پتانسیومتر) را تعیین کنیم .
مثلاً اگر پتانسیومتر را در وسط مقدار نهایی خود قرار دهیم (یعنی ۵۰٪ ؛ عبارتی ۵ کیلو اهم) ، مقدار
۰۱۱۱۱۱۱۱ در خروجی پدید می آید . (به شکل زیر توجه کنید .)



حال این مقدار را بر $2^8 = 256$ تقسیم می کنیم . پس داریم :

$$01111111 \equiv 2^7 \Rightarrow \frac{2^7}{2^8} = \frac{128}{256} = 0.5 \Rightarrow 0.5 \times 5v = 2.5v$$

مقدار بدست آمده ، به معنای این است که قطعه ی آنالوگ (در اینجا پتانسیومتر) ، نیمی از مقدار نهایی خود را به عنوان ورودی به ADC داده است . با توجه به ۱۰ کیلویی بودن پتانسیومتر ، نتیجه می گیریم که ۵ کیلو اهم از آن ، به ورودی ADC اعمال شده است که این میزان با فرض اولیه ی مسئله تطابق دارد .

کاری از : مهدی کمان گری ؛ kamangari@gmail.com

WWW.KAMANGARI.BLOGFA.COM
WWW.IR-MICRO.COM