

جزوه‌ی کارگاه ابزار اندازه‌گیری

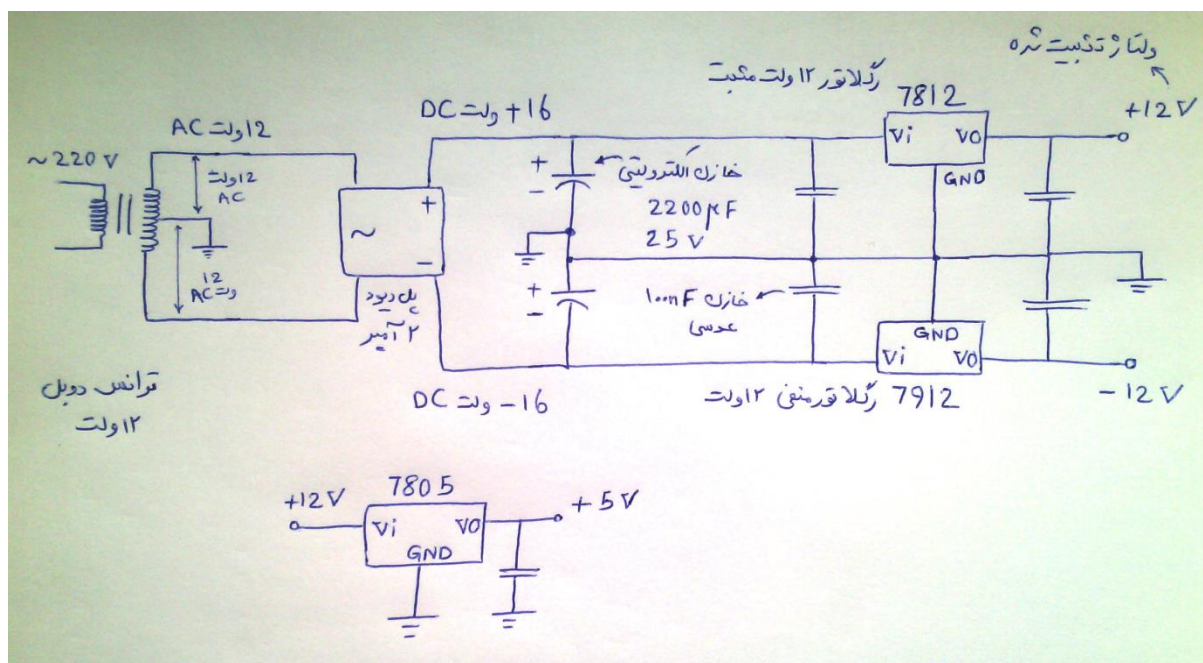
پروژه‌ی کنترل دما با استفاده از سنسور pt100 و میکروکنترلر AVR تحت نرم افزار Bascom

نویسنده: محمد ربانی

در این جزوه مراحل انجام یک پروژه ی کنترل دما شرح داده می شود.

اولین کار در این گونه پروژه ها ایجاد یک منبع تغذیه ی مناسب است تا ولتاژ کاری مورد نیاز را تامین نماید. از دو نوع منبع تغذیه موجود (سوئیچینگ و خطی) نوع خطی راحت تر تثبیت شده و در مقابل نویز مقاوم تر است اما نسبت به نوع سوئیچینگ دارای مصرف بالاتر ، گرانش ، حجیم تر و سنگین تر است. چون عامل نویز در مدار ما اهمیت دارد. از منبع تغذیه خطی استفاده می کنیم و مدار آن را شرح می دهیم.

در این پروژه ما نیاز به ولتاژهای +۱۲ ولت ، -۱۲ ولت و +۵ ولت داریم برای تامین این ولتاژها مدار شکل ۱ را می بندیم. که یک مدار تثبیت ولتاژ خطی است.



شکل ۱- مدار تامین ولتاژ +۱۲ و -۱۲ و +۵

معرفی قطعات مهم:

۱) رگلاتور مثبت: رگلاتور ها برای تثبیت ولتاژ استفاده میشوند ، رگلاتور های مثبت به صورت 78XX نام گذاری میشود. که به جای XX عدد تثبیت ولتاژ قرار میگیرد. مثلاً ۷۸۰۵ یک رگلاتور تثبیت ولتاژ ۵ ولت است یعنی در ورودی هر ولتاژی بین ۳۰ تا ۷ ولت دریافت کند در خروجی ۵ ولت ثابت (تثبیت شده) خواهد داشت.

۲) رگلاتور منفی: رگلاتور های منفی به صورت 79xx نامگذاری می شوند که به جای xx عدد تثبیت ولتاژ قرار می گیرد مثلاً ۷۹۱۲ رگلاتوری است که در ورودی هر ولتاژی بین ۳۰- تا ۱۴- بگردد، ولتاژ تثبیت شده ی ۱۲- را در خروجی خواهد داشت.

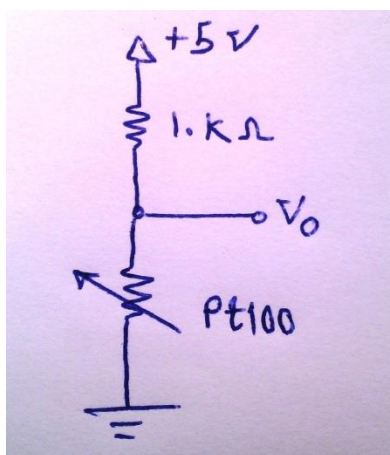
۳) ترانس دابل: ترانس برای تبدیل ولتاژ شهری به ولتاژ کاری مورد استفاده قرار میگیرد. دو نوع ترانس در بازار یافت میشود. ترانس تک و ترانس دابل. ترانس های تک در خروجی یک ولتاژ دارند و ترانس های دابل سه سیمه هستند و نسبت به سیم وسط دو ولتاژ را تامین می کنند. سیم وسط را به زمین وصل می کنیم و از دو سیم دیگر برای تامین ولتاژ +و- استفاده می کنیم.

انتخاب سنسور مناسب برای پروژه:

در این پروژه از سنسور آنالوگ pt100 برای اندازه گیری دما استفاده شده است. عدد ۱۰۰ در نام سنسور یعنی مقاومت این سنسور در دمای صفر درجه ۱۰۰ اهم دقیق است. سنسور pt100 سنسوری است از آلیاژ تیتانات باریم ساخته شده است و دارای این خصوصیت است که با افزایش دما مقاومت آن افزایش و با کاهش دما مقاومت آن کاهش می یابد البته سیم های معمولی هم این خاصیت را دارند اما این سنسور حساسیت بسیار بیشتری دارد.

تبدیل تغییرات مقاومت به تغییرات ولتاژ

اولین کار در استفاده از این سنسور این است که تغییرات مقاومتی را به تغییرات ولتاژ تبدیل کنیم چراکه در مدارات الکترونیک ما برای اندازه گیری هر کمیتی اغلب آن را به تغییرات ولتاژ تبدیل می کنیم. اندازه گیری کمیت ولتاژ ساده است و برای این کار مدار شکل ۲ را میبندیم یعنی آن را با یک مقاومت به نسبت زیاد سری می کنیم.

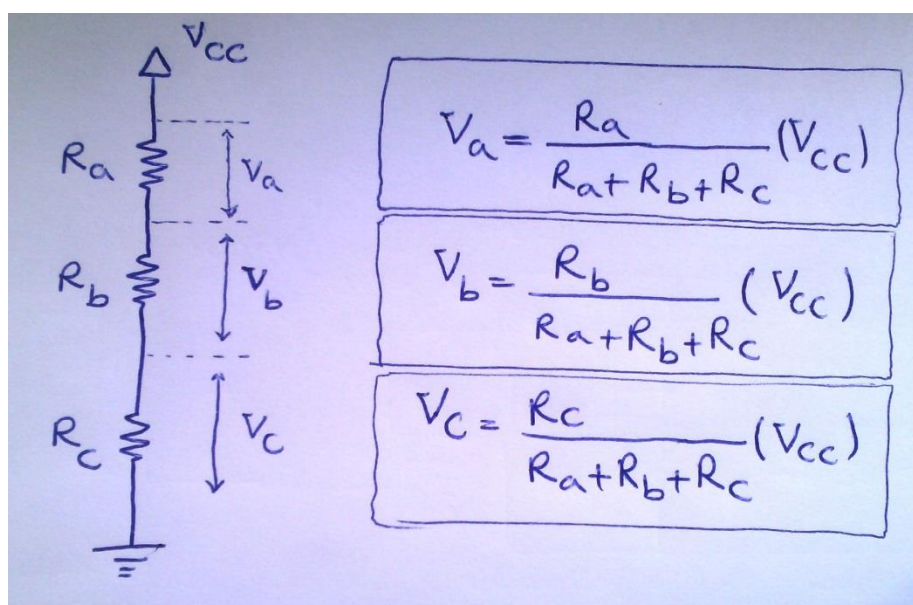


شکل ۲- گرفتن ولتاژ از سنسور مقاومتی pt100

چون سنسور pt100 در حقیقت خود نوعی مقاومت است پس با عبور دادن جریان از آن گرم خواهد شد و این گرما در اندازه گیری دما، اختلال ایجاد میکند پس آن را با یک مقاومت به نسبت زیاد (در اینجا ۱۰ کیلو اهم) سری می بندیم. مقدار V_o در شکل ۲ با استفاده از قانون تقسیم ولتاژ به راحتی محاسبه می شود.

قانون تقسیم ولتاژ:

اگر چند مقاومت (مثلاً ۳ مقاومت) را به صورت سری ببندیم، داریم:

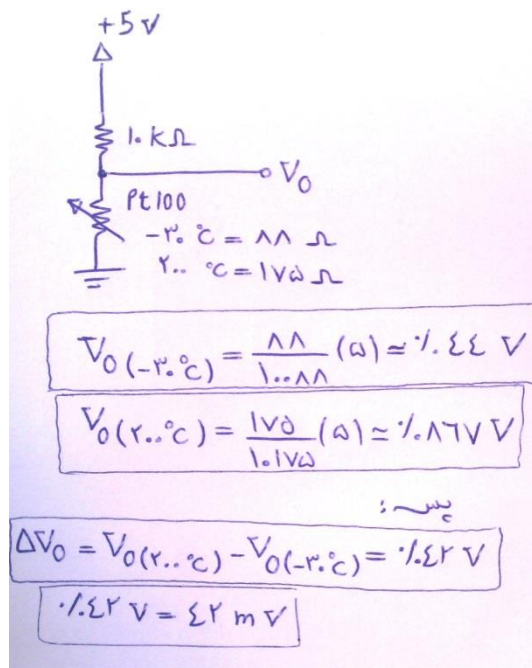


شکل ۳-قاعدهی تقسیم ولتاژ

در این پروژه قصد داریم تا رنج دمای ۳۰- تا ۲۰۰ درجه را اندازه گیری نماییم. می خواهیم محدوده ی تغییرات V_o را پیدا کنیم پس از دیتا شیت pt100 مقدار مقاومت pt100 در این دماها پیدا می کنیم.

دما	-30	200
مقاومت	88	175

از قانون تقسیم ولتاژ مقدار V_o را در دمای ۳۰- و ۲۰۰ به صورت زیر بدست می آوریم:

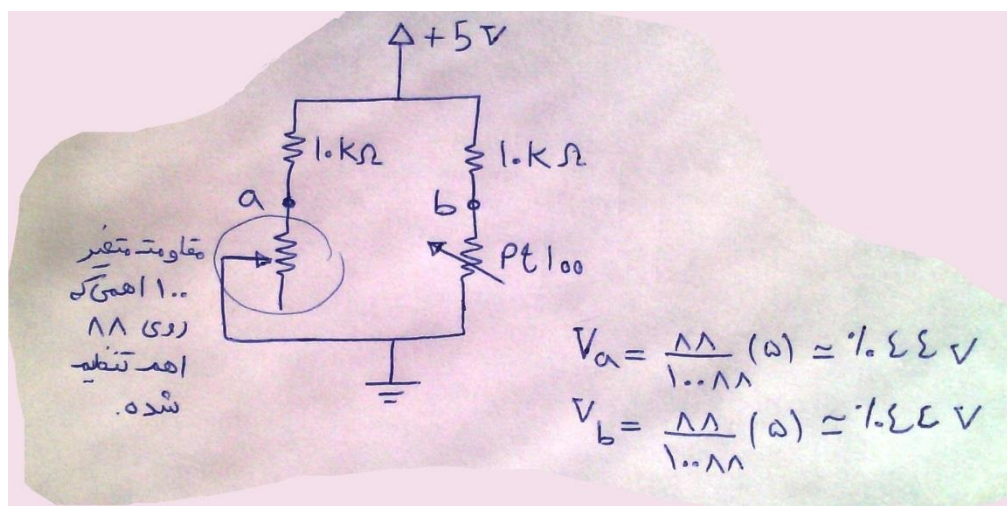


ما برای اندازه گیری ولتاژ از میکرو کنترلر استفاده خواهیم کرد چون میکرو کنترلر ولتاژ ۰ تا ۵ ولت را اندازه گیری می کند بهتر است تغییراتی در مدارمان ایجاد کنیم به صورتی که:

الف) مدار ما در دمای $-30^{\circ}C$ درجه سانتی گراد خروجی صفر ولت داشته باشد

ب) در $200^{\circ}C$ درجه سانتی گراد ولتاژ ۵ ولت را به ما بدهد.

اگر ما مدار شکل ۴ را ببینیم (مدار پل وتسون) و اختلاف پتانسیل بین نقاط a و b را حساب کنیم در دمای $30^{\circ}C$ داریم:



شکل ۴- مدار پل وتسون برای سنسور pt100

پس می بینید که در ۳۰- درجه سانتی گراد اختلاف پتانسیل بین نقاط a و b صفر بدست می آید. پس خواسته ی الف برآورده شد. حال اختلاف پتانسیل بین a و b در همین مدار در دمای ۲۰۰ درجه سانتی گراد می شود:

$$V_a = \frac{1.1}{1.11} (a) = 0.99 \text{ V}$$

$$V_b = \frac{1.15}{1.115} (a) = 1.03 \text{ V}$$

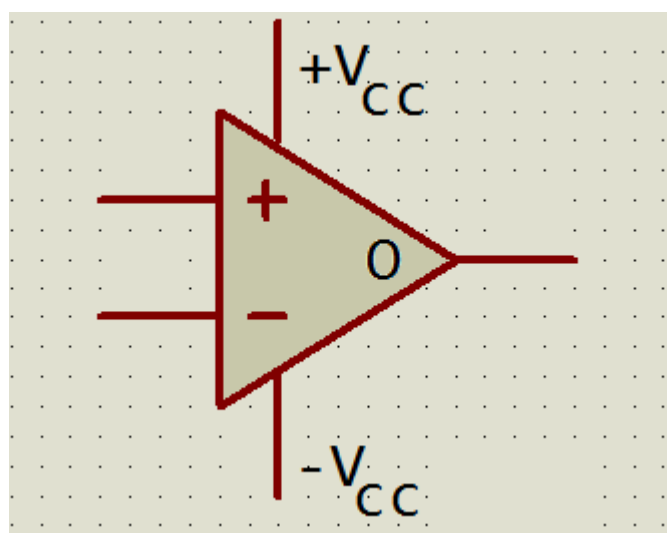
$$V_b - V_a = 1.03 - 0.99 = 0.04 \text{ V}$$

برای اینکه خواسته ی (ب) ما ایجاد شود باید این ولتاژ 0.042 را انقدر تقویت کنیم که به 5 ولت برسد چون $0.042 \times 120 = 5$ پس باید ولتاژمان را 120 برابر تقویت کنیم برای این کار باید از اپ امپ استفاده کنیم.

اپ امپ ها (opamp):

از اپ امپ ها معمولا برای تقویت سیگنال استفاده می کنند. مدار های مختلفی را می توان با اپ امپ ها بست در این پروژه از اپ امپ 1m358 استفاده می کنیم.

اپ امپ ها را به صورت شکل ۵ نشان می دهیم.

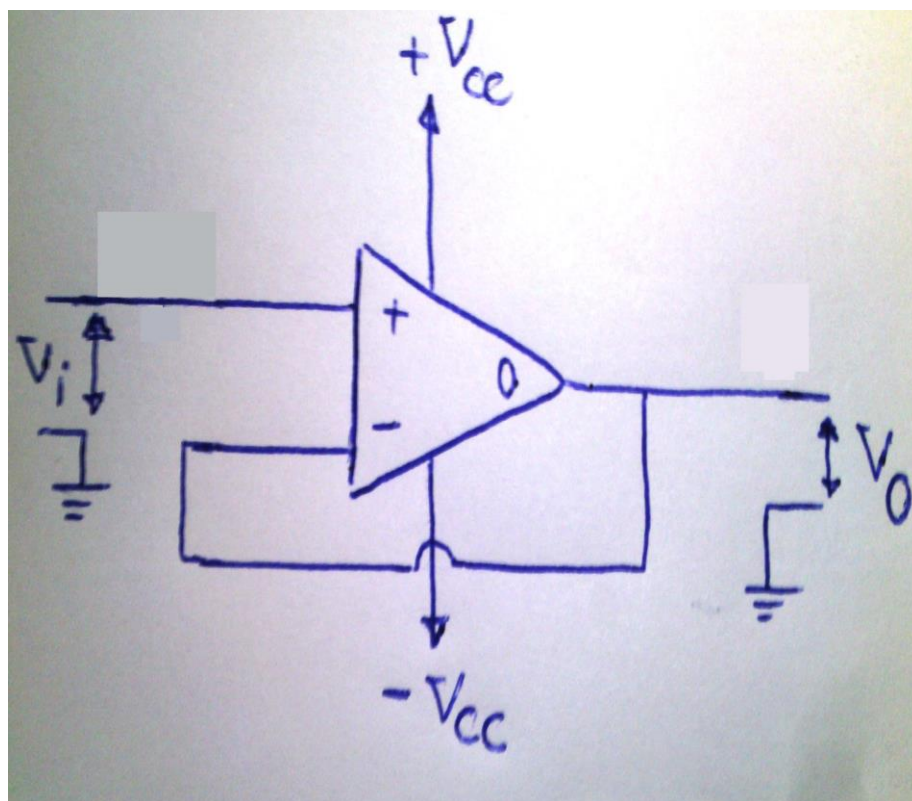


شکل ۵- آپ امپ

به پایه های + و - ولتاژ اعمال می کنیم و از پایه ی 0 ولتاژ خروجی را دریافت می کنیم. اپ امپ ها برای انجام کار خود (تقویت سیگنال) نیاز به تغذیه دارند (به عبارتی اپ امپ ها جزء قطعات اکتیو (active) هستند). در شکل ۵ $+V_{cc}$ و $-V_{cc}$ مربوط به تغذیه اپ امپ است. در این پروژه ما $+V_{cc}=+12$ و $-V_{cc}=-12$ می گیریم. همانطور که می دانید در ابتدای جزوه نحوه ی ایجاد این ولتاژها گفته شد.

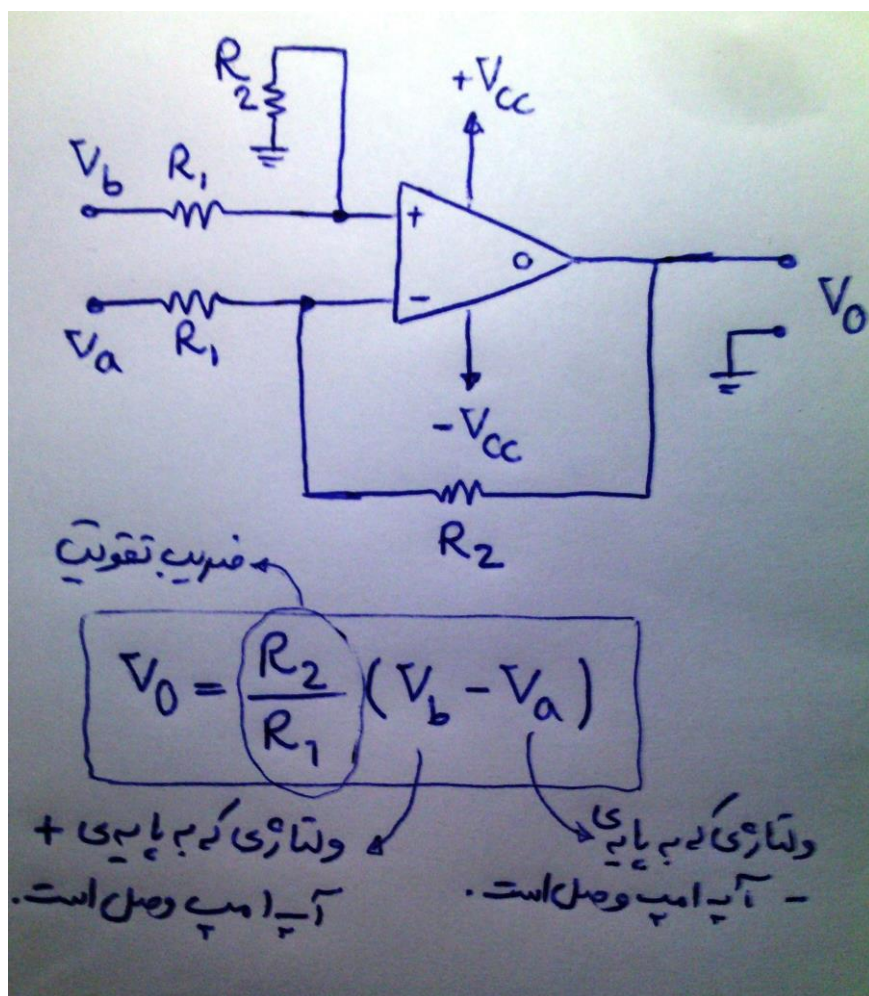
۲ مدار که با استفاده از اپ امپ بسته می شوند و در این پروژه کاربرد دارد عبارتند از:

(۱) مدار بافر: مداری است که در آن ولتاژ خروجی با ولتاژ ورودی برابر است اما توان خروجی بسیار بالاتر از توان ورودی است یعنی در جاهایی که اگر ما از ولتاژی که می خواهیم اندازه بگیریم جریان بکشیم افت ولتاژ قابل توجهی خواهیم داشت از این مدار استفاده می کنیم. این مدار به صورت شکل ۶ بسته می شود.



شکل ۶- مدار بافر

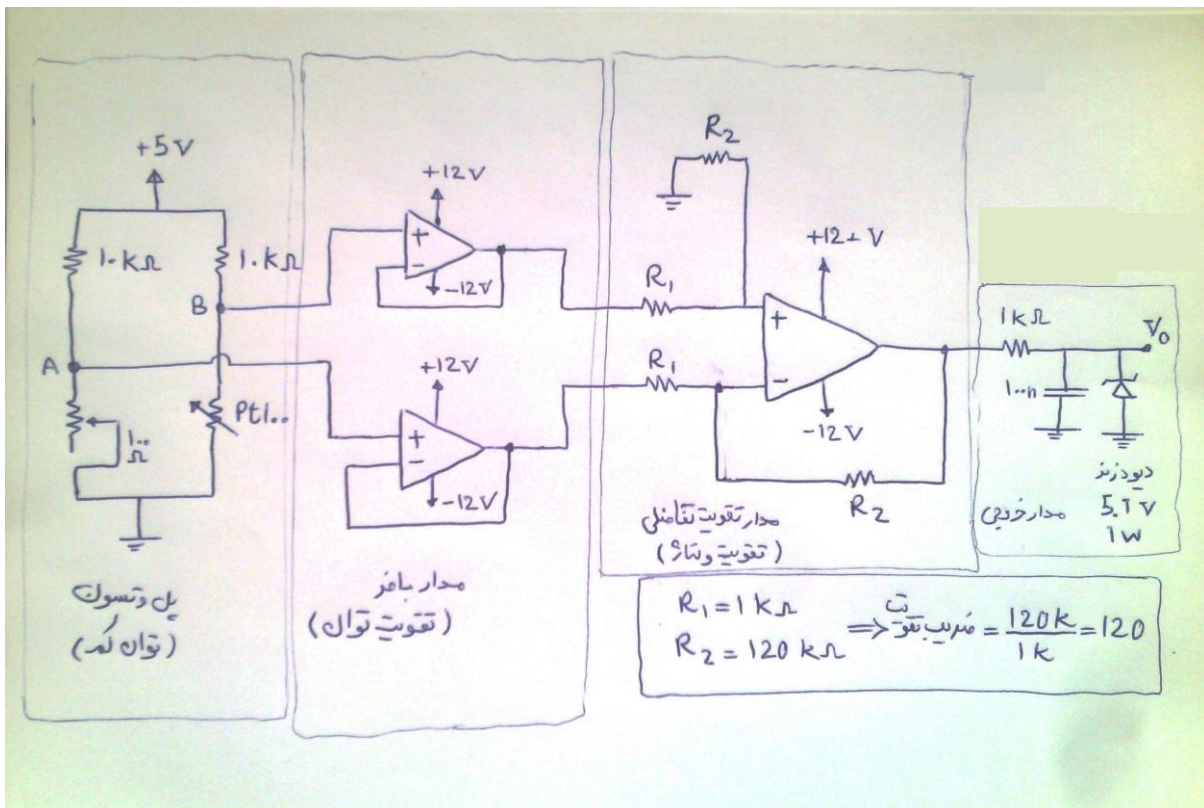
(۲) مدار تقویت تفاضلی: مداری است که در آن تفاضل دو ولتاژی که به پایه های + و - آپ امپ به نسبت مقاومت های مدار تقویت می شود. این مدار به صورت شکل ۷ بسته می شود.



شکل ۷- مدار تقویت تفاضلی

نحوه استفاده از مدار های آپ امپ در پروژه :

با توجه به اینکه توان خروجی پل وتسون ضعیف است، استفاده ی مستقیم از مدار تقویت تفاضلی برای تقویت ولتاژ، باعث نتایج اشتباه خواهد شد ابتدا با استفاده از دو مدار بافر توان خروجی مدار پل وتسون را تقویت می کنیم سپس ولتاژ مدار را با مدار تقویت تفاضلی تقویت می کنیم (شکل ۸).



شکل ۸- قسمت آنالوگ پروژه

R_1 و R_2 را طوری انتخاب کنیم که ضریب تقویت ما ۱۲۰ شود پس می‌توانیم $R_1 = 1k\Omega$ و $R_2 = 120k\Omega$ بگیریم.

نقش خازن در مدار خروجی گرفتن نویز و دیود زبر برای حفاظت مدار از ولتاژهای ناخواسته بیش از ۵.۱ ولت است. نقش مقاومت در مدار خروجی هم حفاظت در مقابل جریان‌های ناخواسته.

خروجی مدار:

$$\begin{aligned} 120 \times 0.03 &= 3.6 \text{ V} \\ 120 \times 0.02 &= 2.4 \text{ V} \end{aligned}$$

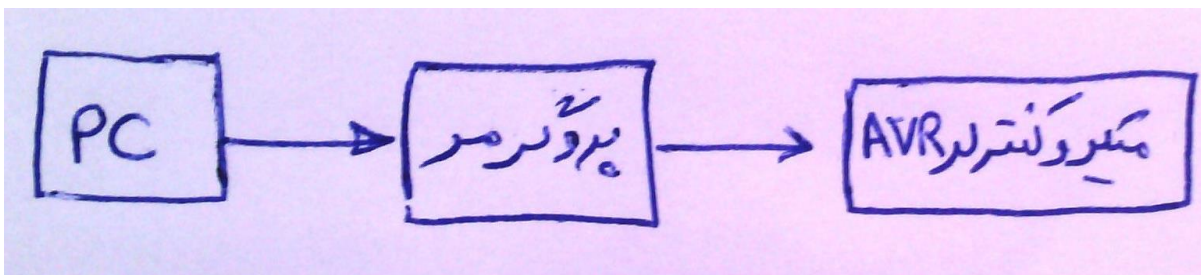
حال باید این ولتاژ خروجی به یک عدد دیجیتال تبدیل شده و کالیبره شود تا دما را نشان دهد. برای اینکار باید از میکرو کنترلر ها استفاده می‌شود.

میکرو کنترلرها:

میکرو کنترلر از یک IC مجتمع دیجیتال قابل برنامه نویسی است که امکانات مورد نیاز برای طراحی اغلب مدار های الکترونیکی در آن گنجانده شده است. در این پروژه از میکرو کنترلر AVR (۸ بیتی) استفاده می شود.

روند کار:

با استفاده از نرم افزار BASCOM در کامپیوتر برنامه مورد نیاز را به زبان بیسیک می نویسیم سپس از این نرم افزار خروجی HEX تهیه می کنیم این خروجی را با استفاده از سخت افزاری به نام پروگرامر به میکرو کنترلر انتقال می دهیم. (شکل ۹)



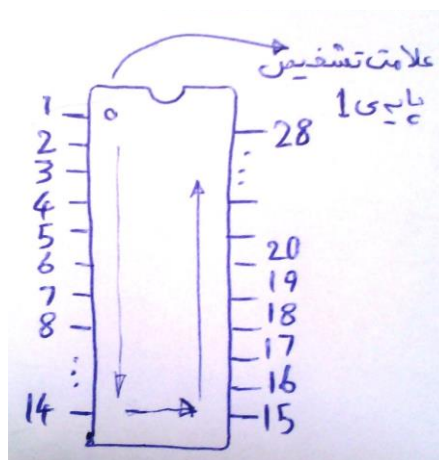
شکل ۹- دیاگرام اتصال PC به میکرو کنترلر

پایه های میکرو کنترلر:

میکرو کنترلر های AVR در اندازه های مختلف ساخته می شود مثلاً میکرو کنترلر ATMEGA8 دارای ۲۸ پایه و یا میکرو کنترلر ATMEGA16 دارای ۴۰ پایه است.

شماره گذاری پایه ها:

شکل ۱۰ شماره گذاری پایه های ATMEGA8 را نشان می دهد تمامی IC ها در الکترونیک به این صورت شماره گذاری می شوند.



شکل ۱۰- شماره گذاری پایه های IC ها

مفهوم پین و پورت :

پایه های میکرو کنترلر را به واحد های ۸ تایی تقسیم می کنند و با حروف لاتین C ، B ، A ، ... نامگذاری می کنند . به هر کدام از این واحد های ۸ تایی پورت گفته می شود و به هر پایه از این پورت ها پین .

اگر به دیتاشیت مثلا atmega8 نگاه کنید (شکل ۱۱) میبینید که مثلاً مقابل پایه ۵ نوشته شده است PD3 این یعنی از پورت D پین سوم و یا مقابل پایه ی ۲ نوشته شده PD0 یعنی از پورت D پین صفرم .

(RESET) PC6	1	28	PC5 (ADC5/SCL)
(RXD) PD0	2	27	PC4 (ADC4/SDA)
(TXD) PD1	3	26	PC3 (ADC3)
(INT0) PD2	4	25	PC2 (ADC2)
(INT1) PD3	5	24	PC1 (ADC1)
(XCK/T0) PD4	6	23	PC0 (ADC0)
VCC	7	22	GND
GND	8	21	AREF
(XTAL1/TOSC1) PB6	9	20	AVCC
(XTAL2/TOSC2) PB7	10	19	PB5 (SCK)
(T1) PD5	11	18	PB4 (MISO)
(AIN0) PD6	12	17	PB3 (MOSI/OC2)
(AIN1) PD7	13	16	PB2 (\overline{SS} /OC1B)
(ICP) PB0	14	15	PB1 (OC1A)

شکل ۱۱- پین ها و پورت های Atmega8

تغذیه میکرو کنترلر AVR :

این میکرو کنترلرها نیاز به ولتاژ تثبیت شده ی +۵ ولت دارند که به پایه ی Vcc آن وصل میشود . این ولتاژ را می توان توسط رگلاتور ۷۸۰۵ تهیه نمود . یک میکرو کنترلر ممکن است حاوی چند پایه GND (زمین) باشد مانند پایه های شماره ی ۸ و ۲۲ در شکل ۱۱ که باید همه ی آنها را به زمین وصل کرد .

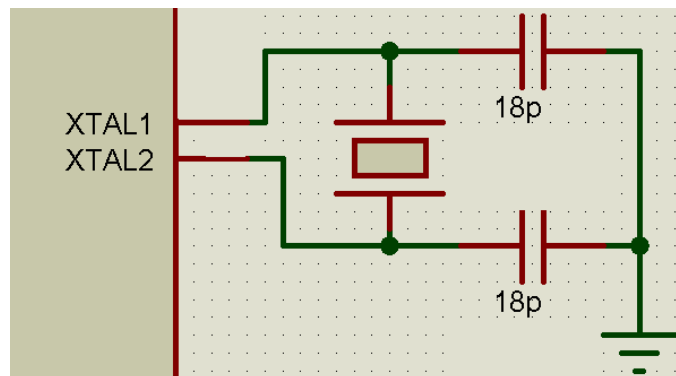
کلاک میکرو کنترلر:

دو پایه به نام های XTAL1 و XTAL2 (مانند پایه های شماره ی ۹ و ۱۰ در شکل ۱۱) در میکرو کنترلرها وجود دارد که به کریستال متصل می شود. کریستال قطعه ای الکترونیکی است که با ایجاد یک پالس با فرکانس مشخص باعث کار کردن میکرو کنترلر می شود (شکل ۱۲).



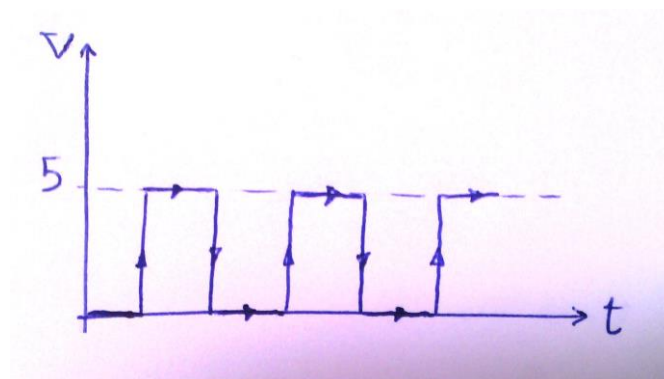
شکل ۱۲- کریستال

عددی که روی کریستال حک می شود فرکانس کاری کریستال را مشخص می کند این عدد بر حسب مگاهرتز است. شکل ۱۳ نحوه ی اتصال کریستال به میکروکنترلر را نشان می دهد.



شکل ۱۳- اتصال کریستال به میکروکنترلر

پالس تولیدی کریستال یک پالس مربعی است (شکل ۱۴).



شکل ۱۴- پالس تولیدی کریستال

سیکل کاری:

هر بار که کریستال از صفر ولت به ۵ ولت می‌رود (در زمان لبه ی بالارونده ی پالس مربعی میکروکنترلر یک کار را انجام می‌دهد. مثلاً دو عدد ۸ بیتی را با هم جمع می‌کند و حاصل را به دست می‌آورد که به آن یک سیکل کاری می‌گویند.

هر اندازه که فرکانس کریستال بیشتر باشد میکروکنترلر سریع تر کار می‌کند اما در این فرکانس محدودیت وجود دارد و میکروکنترلر AVR حداکثر می‌تواند با فرکانس ۱۶ مگاهرتز کار کند.

بیت میکروکنترلر:

گفته می‌شود میکرو AVR یک میکروی ۸ بیتی است و منظور این است که در هر سیکل کاری عملیات روی ۸ بیت داده انجام خواهد شد. میکروهای ۳۲ بیتی هم وجود دارد که در آنها در هر سیکل کاری عملیات روی ۳۲ بیت داده انجام می‌شود.

تعریف پایه های میکروکنترلر به عنوان ورودی یا خروجی :

پایه های میکروکنترلر را می‌توان در نرم افزار به صورت ورودی یا خروجی تعریف کرد. اگر یک پایه را به عنوان ورودی تعریف کنیم می‌توانیم در نرم افزار بنویسیم که مثلاً اگر پایه ی ورودی ما به صفر ولت وصل شد فلان کار انجام شود و یا اگر پایه ی ما به ۵ ولت وصل شد فلان کار. همچنین یک پایه را می‌توان به صورت خروجی تعریف کرد در این صورت می‌توان در نرم افزار ولتاژ آن پایه را کنترل کرد به این صورت که می‌توان ولتاژ صفرو ولت و ۵ ولت را روی آن پایه ایجاد کرد.

توضیح یک پروژه ی ساده با میکروکنترلر AVR

شرح پروژه :

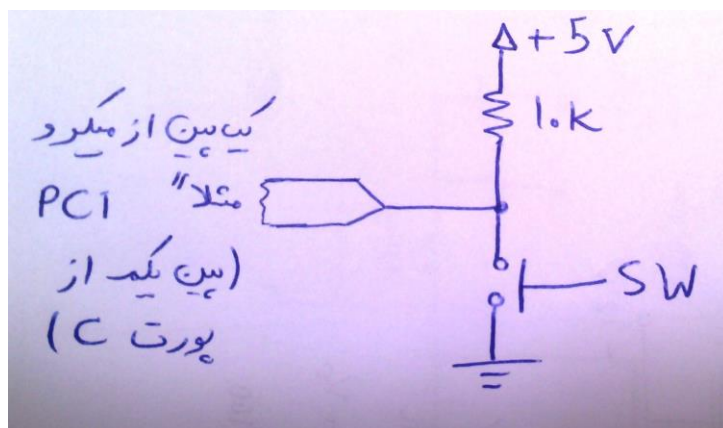
می‌خواهیم یک کلید شستی به میکروکنترلر وصل کنیم زمانی که کلید را زدیم یک موتور AC تک فاز ۱۰۰ ثانیه کار کند سپس ۲۰۰ ثانیه خاموش شود و بعد ۳۰۰ ثانیه کار کند و بعد کلاً خاموش شود.

مدارات میکروکنترلی شامل ۲ قسمت هستند:

(۱) قسمت سخت افزار

(۲) قسمت نرم افزار

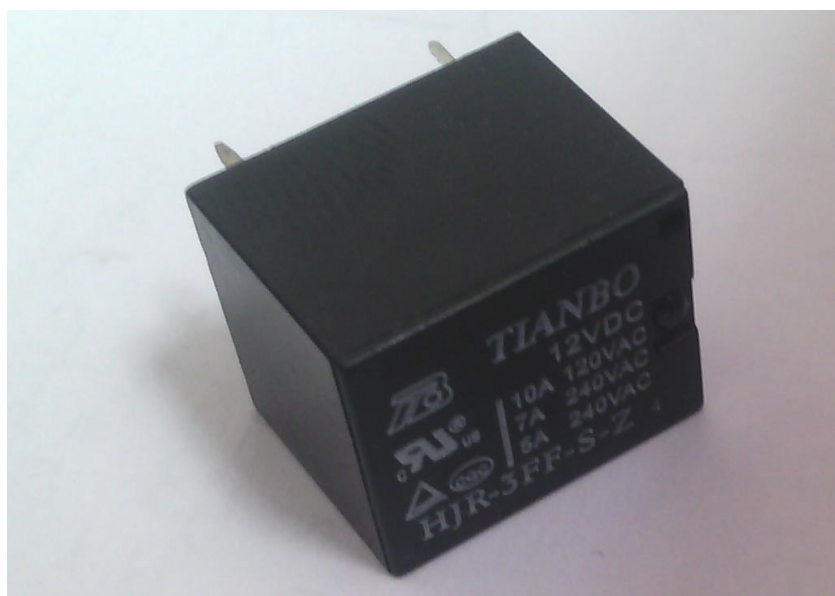
در این پروژه و در قسمت سخت افزار، ابتدا باید مدار اتصال کلید شستی به میکرو را ببندیم که به صورت شکل ۱۵ بسته می شود.



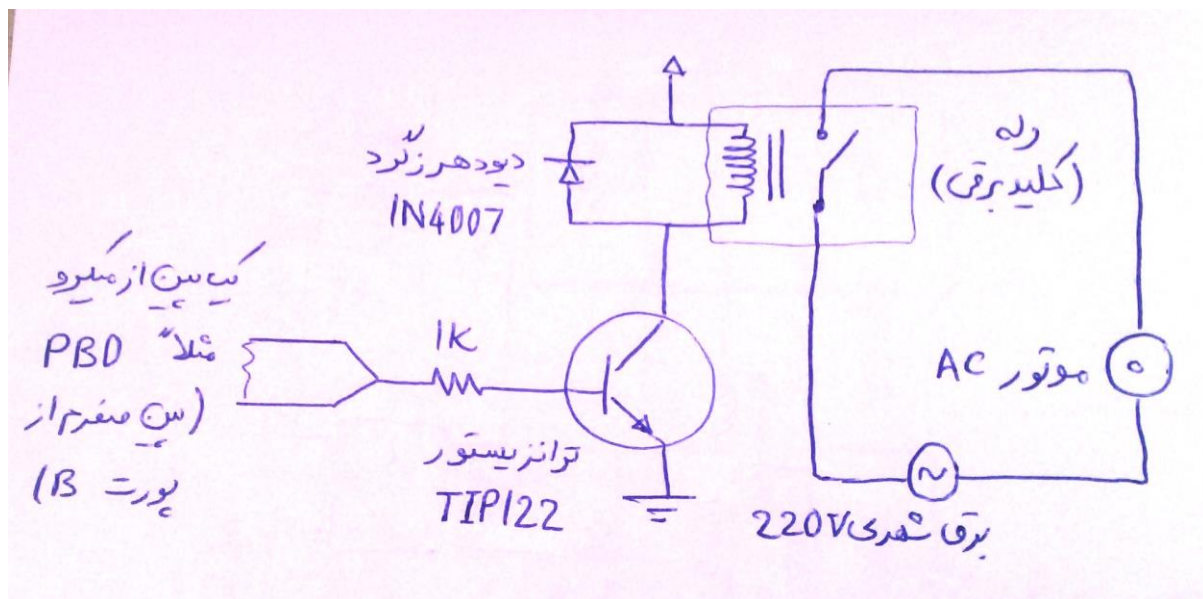
شکل ۱۵- نحوه ی اتصال کلید به میکرو کنترلر

زمانی که کلید شستی SW زده نشده ولتاژ ۵ ولت به پین میکرو کنترلر می رسد و زمانی که کلید زده شود ولتاژ صفر ولت.

برای اینکه موتور AC ، ۲۲۰ ولت را با میکرو کنترلر کنترل کنیم مستقیماً نمی توان موتور را به میکرو وصل کنیم برای اینکار باید از کلید برقی (رله شکل ۱۶) استفاده شود میکرو رله (کلید برقی) را روشن می کند و رله موتور AC را راه می اندازد مدار مربوطه به صورت شکل ۱۷ است.



شکل ۱۶- رله



شکل ۱۷- مدار اتصال موتور AC به میکرو کنترلر

در شکل ۱۷ زمانی که پین PB0 که باید به صورت خروجی در برنامه تعریف شود ۵ ولت شود ترانزیستور روشن می شود و رله را روشن می کند وقتی رله روشن شود موتور AC هم روشن خواهد شد. حال اگر پین خروجی ما در برنامه صفر شود ترانزیستور و بعد رله و بعد موتور AC خاموش می شوند.

نرم افزار پروژه: (برنامه ی میکرو کنترلر در حالت کلی در بسکام)

۱- قسمت اول در نوشتن برنامه، معرفی میکرو کنترلر است در این پروژه میکروی ما atmega8

است پس می نویسیم:

```
$regfile = "m8def.dat"
```

۲- قسمت دوم معرفی کریستال است ان هم به صورت زیر نوشته می شود:

```
$Crystal = 8000 000
```

۳- قسمت سوم معرفی امکانات است. یکی از امکانات، تعریف پایه های ورودی و خروجی

است چون در این پروژه پین صفرم از پورت B خروجی در نظر گرفته شده و پین یکم از پورت C ورودی، در نتیجه:

تعریف پین صفرم از پورت B به عنوان خروجی:

```
Config PinB.0 = Output
```

تعریف پین یکم از پورت C به عنوان ورودی:

```
Config PinC.1 = input
```

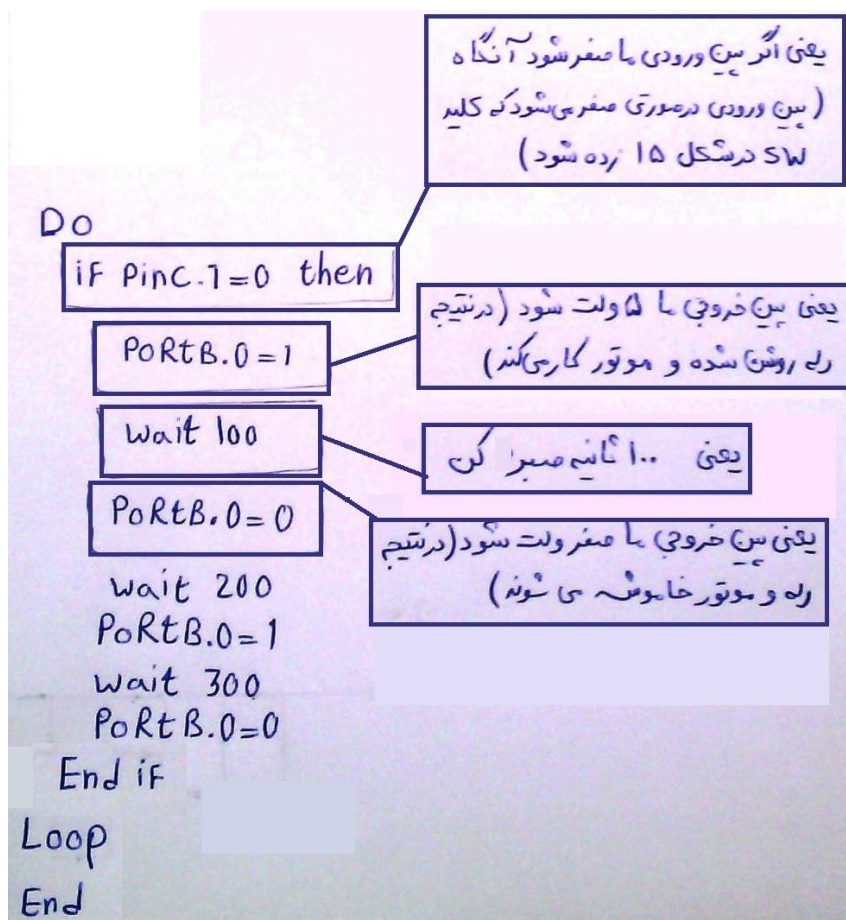
۴- قسمت چهارم در برنامه نویسی میکرو ایجاد حلقه ی ∞ است که به صورت زیر نوشته می- شود به عبارتی کارهایی که می خواهیم به صورت مداوم انجام شود درون حلقه قرار می گیرند. زمانی که برنامه ی میکرو کنترلر در حال اجرا باشد برنامه در خط Do وارد حلقه می شود و کارها را انجام می دهد سپس زمانی که به خط loop برسد دوباره به خط Do برمی گردد و دوباره کارها را انجام می دهد و این حلقه بینهایت بار رخ می دهد.

DO

کارها

LOOP

۵- در انتهای برنامه بعد از LOOP، می نویسیم END اما این end هرگز رخ نمی دهد چون برنامه در حلقه ی ∞ گیر افتاده است ولی نوشتن کلمه ی end ضروری است . کارهایی که باید در این پروژه در حلقه ی do، loop نوشته شود به صورت زیر است:



یک نکته که باید الان متوجه شده باشید این است که ما در برنامه موقع یک یا صفر کردن یک پین که به عنوان خروجی تعریف شده از کلمه ی پین استفاده نمی کنیم بلکه از کلمه ی port استفاده می کنیم .

اتصال lcd کاراکتری به میکروکنترلر:

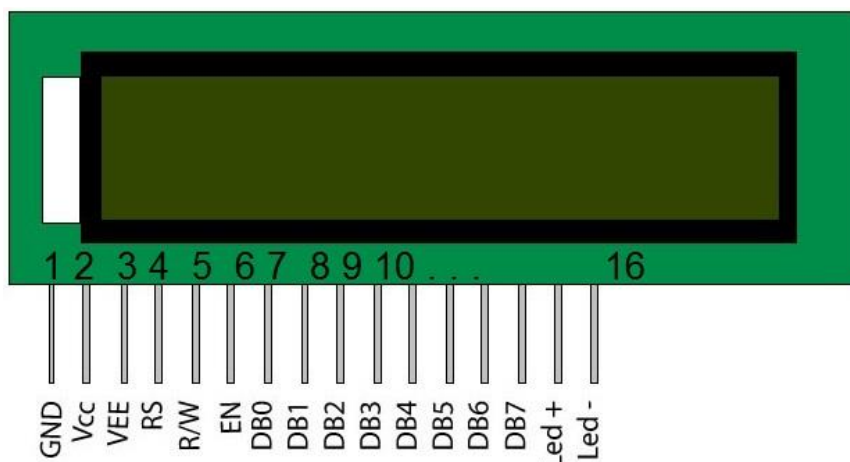
در مدارات دارای میکرو کنترلر برای اینکه بتوانیم یک پیام یا محتوای متغیری از برنامه را نمایش دهیم یکی از معمولترین راه ها استفاده از Lcd کاراکتری (شکل ۱۸) است.



شکل-۱۸ - lcd کاراکتری

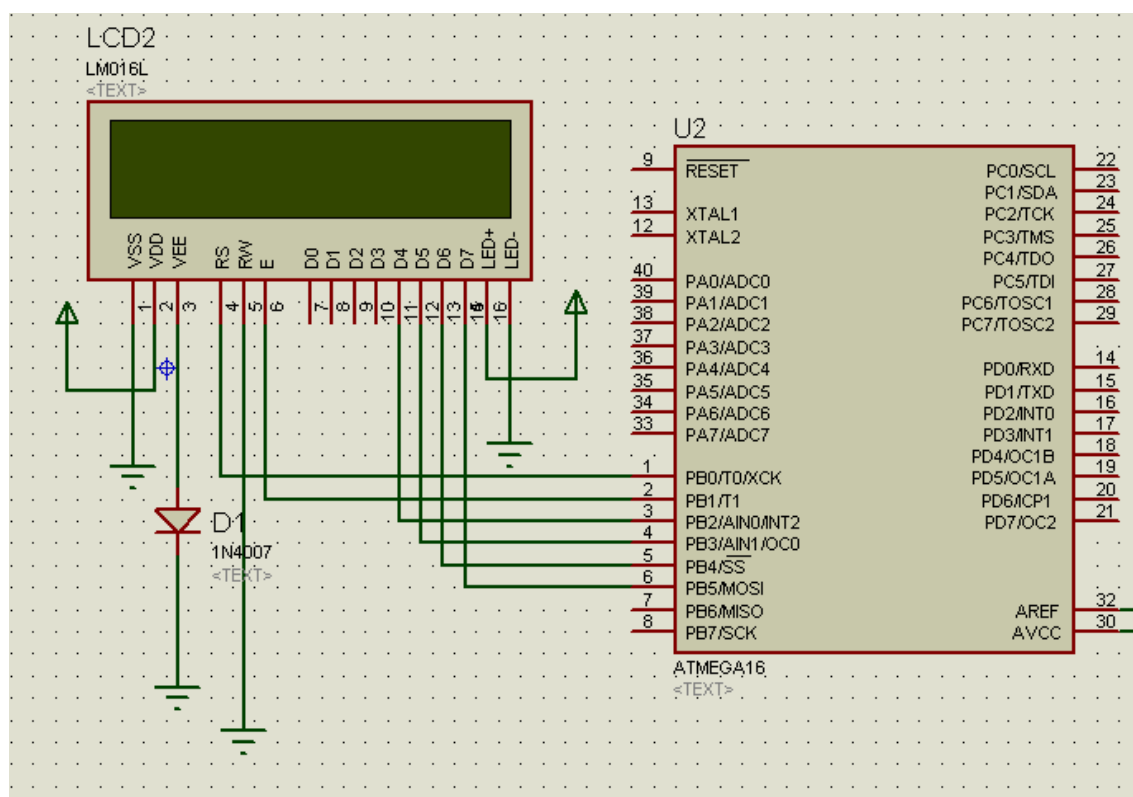
به این lcd ها کاراکتری گویند چون تنها می توانند اعداد و حروف را نمایش دهند. شکل ۱۸ یک LCD کاراکتری ۱۶ در ۲ را نشان می دهد چون این LCD دو سطر ۱۶ کاراکتری را می تواند نشان دهد.

این lcd ها دارای ۱۶ پایه هستند که نامگذاری آن در شکل ۱۹ آمده است. **(نیازی به حفظ نامگذاری پایه ها برای امتحان نیست).**



شکل-۱۹ - نامگذاری پایه های lcd کاراکتری

از این ۱۶ پایه پایه های E, RS, DB4, DB5, DB6, DB7 به یک پورت دلخواه در میکرو کنترلر وصل می شوند بقیه ی پایه ها هم مانند تصویر ۲۰ (نیازی به حفظ این مدار نیست)



شکل ۲۰- اتصال LCD به میکرو کنترلر

برای پیکره بندی LCD کاراکتری ۱۶×۲ که مانند شکل ۲۰ به میکرو وصل شده در محیط بسکام خطوط زیر را می نویسیم:

```
Config Lcd = 16 * 2
Config Lcdpin = Pin , Db7 = PINB.5 , Db6 = PINB.4
, Db5 = PINB.3 , Db4 = PINB.2 , E = PINB.1 , Rs = PINB.0
```

(نیازی به حفظ این کد برای امتحان نیست.)

بعد از این دستورات می توان با استفاده از دستورات زیر هر کاراکتری را در lcd نمایش دهیم.

(۱) با دستور "hello" lcd می توان رشته ی hello را در lcd نمایش داد.

(۲) با دستور a lcd می توان متغیر a را نمایش داد.

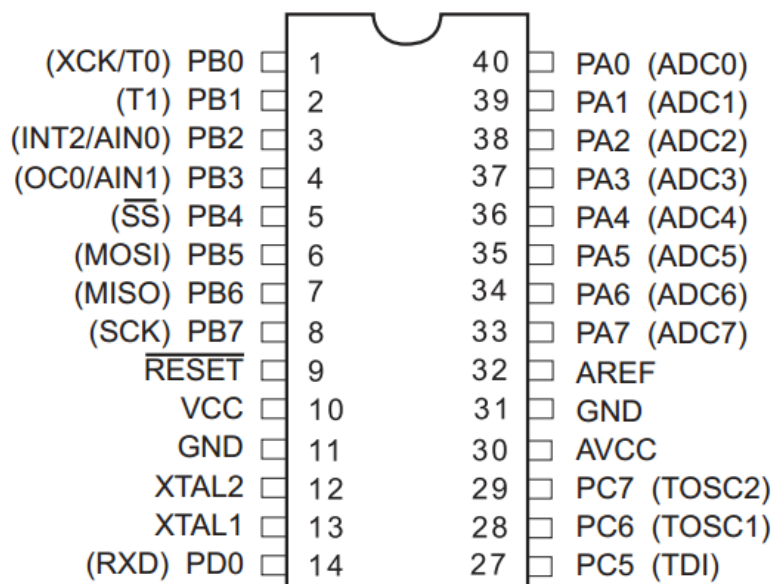
(۳) با دستور cls کل lcd پاک می شود.

(۴) با دستور locate x,y مکان نما به محل x و y منتقل می شود.

مبدل آنالوگ به دیجیتال:

یکی از امکانات میکرو کنترلر واحدی به نام (مبدل آنالوگ به دیجیتال) ADC است. این واحد می تواند یک ولتاژ آنالوگ ورودی که بین ۰ تا ۵ ولت است را به یک عدد دیجیتال تبدیل کند. این واحد در میکرو کنترلرهای avr به ازای صفر ولت عدد ۰ و به ازای ۵ ولت عدد ۱۰۲۳ را برمی گرداند. چون ۱۰۲۳ در مبنای دو می شود ۱۱۱۱۱۱۱۱ یعنی ۱۰ رقم پس می گوییم واحد adc در این میکرو کنترلرها ۱۰ بیتی است.

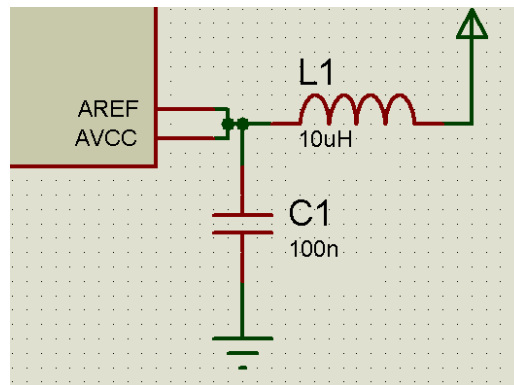
اغلب میکرو کنترلرهای avr دارای ۸ کانال ADC هستند. به عبارتی ۸ ولتاژ آنالوگ مختلف را می توان به آنها وصل نمود. پایه هایی که می توانند ولتاژ آنالوگ دریافت کنند به نام های adc0 تا adc7 در دیتاشیت میکرو کنترلرها مشخص می شوند مثلاً در تصویر ۲۱ که مربوط به میکرو کنترلر atmega16 است مقابل پایه های ۳۳ تا ۴۰ درون پرائتر نوشته شده adc0 تا adc7 یعنی اگر واحد adc را در فعال کنیم می توانیم ولتاژهای آنالوگ خود را به این ۸ پایه وصل نماییم.



تصویر ۲۱- پایه های ADC میکرو atmega16

راه اندازی واحد adc :

الف) سخت افزار: پایه های AVCC (آنالوگ VCC) و AREF (آنالوگ رفرنس) مانند شکل ۲۲ وصل می شوند. همچنین ولتاژ آنالوگ را به یکی از پایه های ADC0 تا ADC7 وصل می کنیم.



تصویر -۲۲- راه اندازی واحد adc

ب) نرم افزار: برای راه اندازی این واحد در برنامه ی میکروکنترلر قبل از حلقه ی بینهایت می نویسیم:

```
Config ADC = Single , Prescaler = Auto , Reference = Off
Start ADC
```

(نیازی به حفظ این کد برای امتحان نیست.)

به این ترتیب واحد adc فعال می شود سپس یک متغیر از جنس word تعریف می کنیم

```
Dim w1 as word
```

حال درون حلقه ی بینهایت برنامه می نویسیم:

```
w1=Getadc(x)
```

X می تواند صفر تا ۷ باشد درحقیقت این x شماره ی ADC ای است که ولتاژ آنالوگ به آن وصل است. مثلا اگر ولتاژ آنالوگ به پایه ی adc4 وصل باشد باید نوشت:

```
w1=Getadc(4)
```

هر زمانی که عبارت w1=Getadc(x) اجرا شود عدد دیجیتال مربوط به ولتاژ آنالوگ روی پایه ی adcx در متغیر w1 قرار می گیرد.

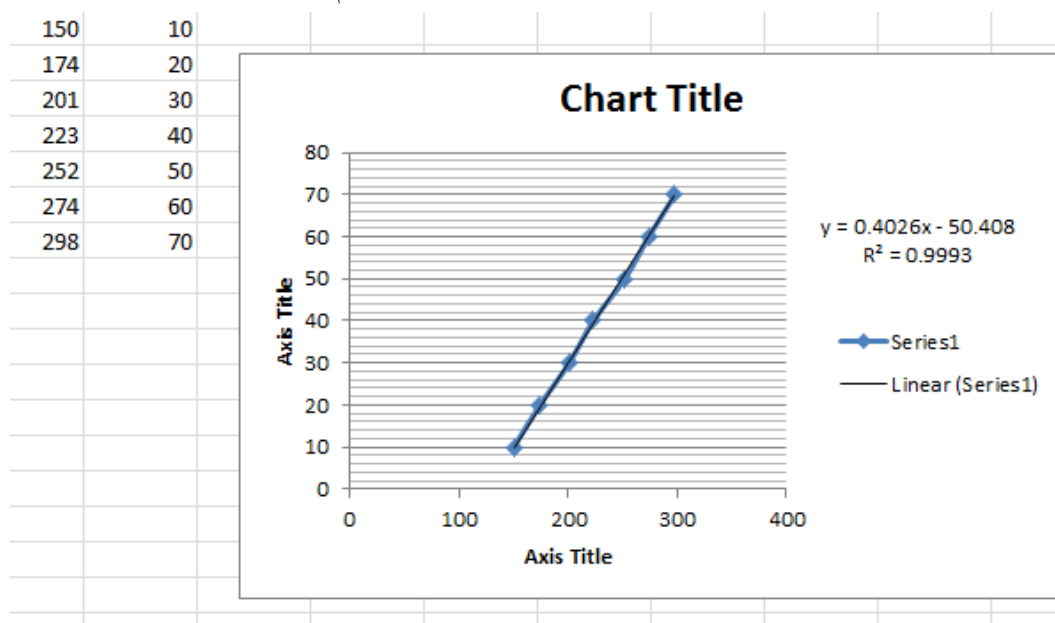
حال پروژه ی pt100 خود را ادامه می دهیم تا اینجا ما مداری داریم که از سنسور pt100 خروجی صفر تا ۵ ولت ایجاد کرده است کاری که باید انجام دهیم این است که این ولتاژ را به واحد adc میکروکنترلر وصل کنیم تا این ولتاژ آنالوگ به یک عدد دیجیتال تبدیل شود یک lcd هم نیاز است که به میکروکنترلر وصل کنیم تا این عدد دیجیتال را مشاهده کنیم. می خواهیم این عدد دیجیتال را به دما تبدیل کنیم برای این کار باید آزمایش کالیبراسیون را انجام دهیم.

طرح آزمایش برای کالیبراسیون پروژه: (یکی از سوالات امتحان، بدون کشیدن جدول ۱ و شکل ۲۳ فرا بگیرید.)

بعد از اتصال مدار آنالوگ سنسور pt100 به adc میکروکنترلر و افزودن یک lcd به مدار و نوشتن برنامه ای در میکروکنترلر برای نمایش مقدار adc در lcd، چندین لیوان آب با دمای معلوم را آماده می کنیم سپس سنسور را درون هر یک از این لیوان ها قرار داده و عدد adc را در جدولی یادداشت می کنیم مانند جدول ۱. سپس با استفاده از نرم افزار excel رابطه ی بین X (عدد ADC) و Y (دما) را طوری بدست می آوریم که ضریب همبستگی (R^2) بیشتر از ۹۸ درصد بدست آید. مانند شکل ۲۳. حال می توان با استفاده از این رابطه چند خط به برنامه ی میکرو اضافه نمود و عدد adc را تبدیل به دما کرده نمایش دهیم.

عدد ADC (X)	۱۵۰	۱۷۴	۲۰۱	۲۲۳	۲۵۲	۲۷۴	۲۹۸
دما (Y)	۱۰	۲۰	۳۰	۴۰	۵۰	۶۰	۷۰

جدول ۱- داده های adc در دماهای معلوم



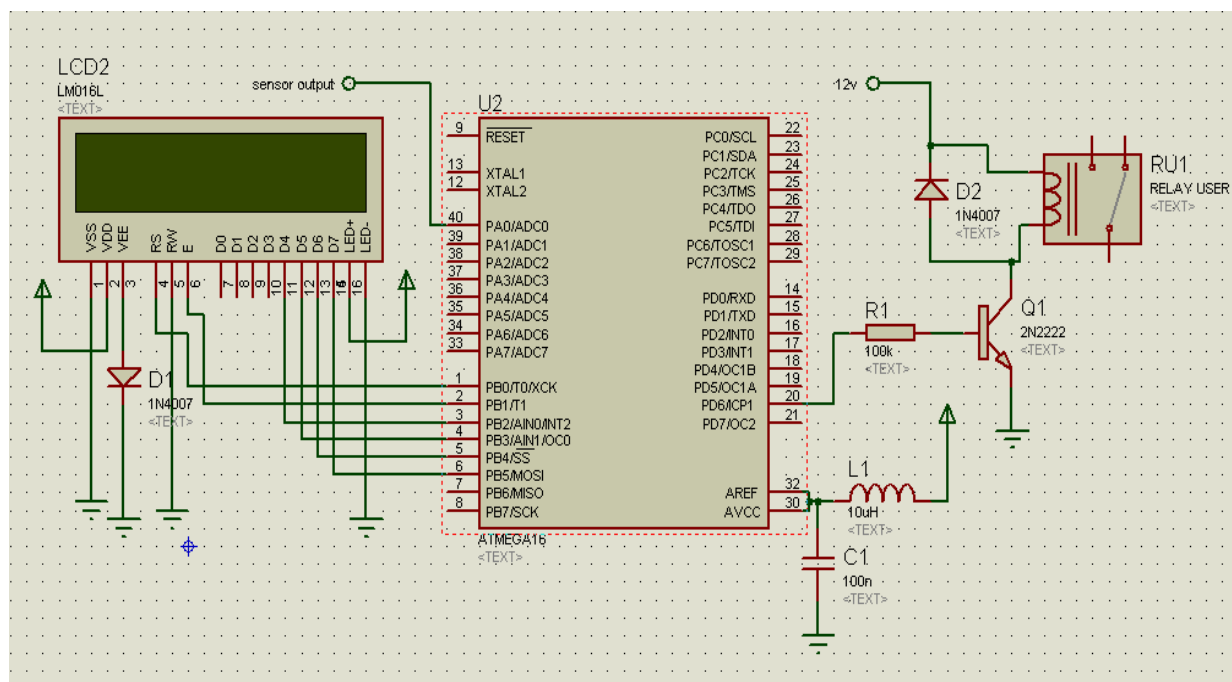
شکل ۲۳- بدست آوردن رابطه ی کالیبراسیون در نرم افزار Excel

تکمیل نهایی پروژه PT100 برای کنترل دمای اتاق (از این قسمت تا انتهای جزوه برای دانشجویان علاقه مند است و سوالی برای امتحان داده نمی شود.)

حال که رابطه ی کالیبراسیون را داریم پروژه ی خود را با این فرضیات تکمیل می کنیم:
می خواهیم دما را نمایش دهیم همچنین اگر دما به بالای ۲۸ درجه رسید یک کولر روشن شود تا اینکه دما به ۲۳ درجه برسد حال کولر خاموش شود.

میکروی atmega16 را انتخاب می کنیم lcd را هم مطابق شکل ۲۴ به آن وصل می کنیم سنسور را هم به پایه ی ۴۰. نیاز به یک رله هم داریم برای روشن و خاموش کردن کولر، که آن را به پایه ی ۲۰ (PD6) وصل می کنیم. برنامه ی ما می شود: (خطوط سبز خطوط توضیحی هستند.)

```
$regfile = "m16adef.dat"
$crystal = 8000000
'*****i/o*****
Config PIND.6 = Output
'*****lcd*****
Config Lcd = 16 * 2
Config Lcdpin = Pin , Db7 = PINB.5 , Db6 = PINB.4
, Db5 = PINB.3 , Db4 = PINB.2 , E = PINB.1 , Rs = PINB.0
Cls
'*****dims*****
Dim Tadc As Word
Dim Y As Single
'***** adc *****
Config ADC = Single , Prescaler = Auto , Reference = Off
Start ADC
'*****do loop*****
Do
Waitms 200
Tadc = Getadc(0)
Locate 1 , 1 : Lcd "      " : Locate 1 , 1
Lcd Tadc
Y = 0.2384 * Tadc
Y = Y - 39.81
Locate 2 , 1
Lcd Y
If Y > 28 Then PORTD.6 = 1
If Y < 23 Then PORTD.6 = 0
Loop
End
```



تصویر ۲۴- مدار کنترل دمای اتاق

موفق باشید

محمد ربانی

بهار ۱۳۹۷